



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

(11) PI 0914566-4 B1



(22) Data do Depósito: 30/06/2009

(45) Data de Concessão: 13/10/2020

(54) Título: COMPOSIÇÃO DE REVESTIMENTO PARA O ARMAZENAMENTO OU O CONFINAMENTO DE RESÍDUOS TÓXICOS PARA O MEIO AMBIENTE E/OU A SAÚDE, E, UTILIZAÇÃO DE UMA COMPOSIÇÃO

(51) Int.Cl.: C08G 59/54; C08L 63/00; C09D 163/00; G21F 9/16; G21F 9/30.

(30) Prioridade Unionista: 30/06/2008 FR 0854372.

(73) Titular(es): POLYNT COMPOSITES FRANCE.

(72) Inventor(es): CHRISTINE DHERSIN.

(86) Pedido PCT: PCT FR2009051266 de 30/06/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/004189 de 14/01/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 22/12/2010

(57) Resumo: COMPOSIÇÃO DE REVESTIMENTO PARA O ARMAZENAMENTO OU O CONFINAMENTO DE RESÍDUOS TÓXICOS PARA O MEIO AMBIENTE E/OU A SAÚDE, E, UTILIZAÇÃO DE UMA COMPOSIÇÃO A invenção refere-se a uma composição de revestimento para o armazenamento ou o confinamento de resíduos tóxicos para a saúde e/ou o meio ambiente, compreendendo uma composição à base de resina epóxi e uma composição de cura desprovida de agente de cura de amina aromática. A invenção refere-se igualmente à utilização desta composição para o revestimento dos referidos resíduos.

“COMPOSIÇÃO DE REVESTIMENTO PARA O ARMAZENAMENTO OU O CONFINAMENTO DE RESÍDUOS TÓXICOS PARA O MEIO AMBIENTE E/OU A SAÚDE, E, UTILIZAÇÃO DE UMA COMPOSIÇÃO”

5 A invenção refere-se a uma composição de revestimento para o armazenamento ou o confinamento de resíduos tóxicos para a saúde e/ou o meio ambiente, compreendendo uma composição à base de resina epóxi e uma composição de cura desprovida de um agente de cura de amina aromática.

10 A invenção refere-se igualmente à utilização desta composição para o revestimento dos referidos resíduos.

 As resinas trocadoras de íons utilizadas para purificar a água das instalações nucleares, que, após utilização e perda de eficácia, devem ser armazenadas quando elas fixaram os radioelementos e apresentam, deste fato,
15 certa radioatividade. Outros elementos utilizados nas centrais nucleares, como as barras de magnésio, são igualmente contaminados após utilização.

 Outros resíduos, notadamente não radioativos, como metais pesados ou materiais contaminados por metais pesados necessitam um confinamento para evitar a sua disseminação no meio ambiente.

20 Este tipo de resíduos tóxicos para a saúde e/ou o meio ambiente, em particular os resíduos radioativos, devem ser armazenados respeitando as regras de segurança em vigor.

 Conhecem-se diversas técnicas para revestir estes resíduos com o propósito do seu armazenamento, empregando a utilização de resinas
25 de revestimento epóxi ou de poliéster, ou ainda as técnicas de vitrificação que permitem a inativação destes resíduos.

 O pedido FR 2.825.182 descreve um sistema matricial para o revestimento e o armazenamento de um produto perigoso, no qual a composição de revestimento compreende uma resina epóxi e uma substância

absorvendo água, permitindo revestir resinas de troca iônica com teor elevado em água residual.

Um processo descrito na patente US 4.599.196 emprega um tratamento prévio das resinas trocadoras de íons catiônicos para atenuar o caráter ácido, a composição de cura devendo ser adaptada em função desta acidez.

A patente US 5.416.251 descreve um processo de revestimento de resina trocadora de íons na qual a água de escoamento é bloqueada por um agente hidrofóbico formando um filme, a fim de evitar a inibição da reação entre a resina e o agente de cura.

Contudo, as composições de revestimento, que compreendem uma composição à base de resina epóxi e uma composição de cura, podem conter, como agente de cura, aminas aromáticas que são desaconselhadas pelas normas sanitárias em vigor ou são susceptíveis de se tornar. Com efeito, algumas entre as mesmas comportam riscos classificados “CMR” (cancerígeno, mutagênico e/ou tóxico para a reprodução). Embora a sua utilização seja tolerada em condições de utilização precisas, é procurado substituir as mesmas por produtos não apresentando estes inconvenientes.

Existe, portanto, uma necessidade de uma composição de revestimento de resíduos tóxicos que seja estável às radiações, facilmente manipulável em temperatura ambiente e que apresenta as propriedades de segurança requeridas em matéria, notadamente de resistência à compressão e à lixiviação, sem necessitar de tratamento prévio particular do resíduo a tratar, e não comportando um agente de cura de amina aromática, isto sem que a reação epóxi-amina seja afetada pela presença de água e em ausência de qualquer adição adicional de agente específico absorvendo a água, além do sistema reacional epóxi-amina global (ou seja, exceto os componentes reativos do sistema epóxi-amina).

De acordo com uma alternativa da invenção, a referida

composição de revestimento pode ser desprovida de agente de cura aromático.

Descobriu-se agora que a utilização de amidoaminas como agente de cura permite obter uma composição de revestimento atendendo a estes objetivos e critérios.

5 Por “amidoamina”, entende-se o produto da reação entre uma poliamina alifática e um ácido graxo, tendo funções terminais e/ou laterais aminas (amidificação com excesso de amina em relação a CO_2H).

A escolha destas aminas particulares como agente de cura apresenta numerosas vantagens:

10 - elas não são classificadas entre os produtos “CMR” (cancerígenos mutagênicos e/ou tóxicos para a reprodução) ou susceptíveis de serem,

- a presença simultânea de numerosas funções aminas assegura a formação de numerosas ligações C-N com os grupos epóxi da resina, permitindo a formação de uma rede epoxídica mais compacta: resulta uma estabilidade melhorada às radiações e às solicitações mecânicas de tipo compressão (estabilidade à deformação) e, mais particularmente, uma resistência à compressão não afetada após exposição às radiações ionizantes,

15 - sua cinética de reticulação, relativamente lenta e controlada (reatividade controlada), permite controlar a reatividade quando da reticulação sem que a reatividade dos componentes reativos seja afetada pela presença eventual de água, e isto em ausência de qualquer substância absorvendo a água além que os componentes reativos do sistema epóxi-amina,

25 - elas podem ser empregadas facilmente na temperatura ambiente (10 - 40°C, preferivelmente 15-30°C), devido à sua baixa viscosidade, preferivelmente inferior a 4 Pa.s a 25°C, e isto por simples mistura dos componentes.

Por “reticulação”, entende-se a ramificação de cadeias de

polímeros entre si por pontes ou ligações químicas, a fim de constituir uma rede macromolecular tridimensional de massa molecular infinita e apresentando propriedades físico-químicas diferentes do polímero inicial. No caso das resinas termoendurecíveis, estas passam de um estado pastoso a um estado sólido. A reticulação é o resultado da polimerização e é um processo irreversível resultante na obtenção de um polímero tridimensional sólido, não fundível e insolúvel.

No caso das resinas epóxi, a reticulação efetua-se por reação com um agente de cura, ou, mais precisamente, por reação de uma composição de resina epóxi com uma composição de cura (à base de aminas) isenta de amina aromática.

De acordo com uma alternativa da invenção, a referida composição de cura pode ser desprovida de agente de cura aromático.

A invenção refere-se portanto, de acordo com um primeiro aspecto, a uma composição de revestimento para o armazenamento ou o confinamento de resíduos tóxicos para o meio ambiente e/ou a saúde, que compreende uma composição à base de resina epóxi e uma composição de cura, a referida composição de cura compreendendo um agente de cura constituído pelo menos de uma amidoamina, a referida composição de revestimento sendo desprovida de agente de cura de amina aromática.

Em particular, a referida composição de revestimento pode ser desprovida de agente de cura aromático.

Com vantagem, a referida amidoamina é o produto da reação entre uma ou várias polietilenopoliamina(s) (por definição alifáticas) e um ou vários ácido(s) graxo(s) mono- ou poli- insaturado, e mais preferivelmente entre oligoetilenoaminas e ácidos graxos mono ou poli-insaturados em C₁₂-C₁₈.

A referida composição de revestimento deve ser desprovida de qualquer substância absorvendo a água acrescentada além dos compostos

reativos do sistema epóxi-amina. Com efeito, as amidoaminas presentes na composição reacional constituem um dos componentes reativos do sistema epóxi-amina, e podem reagir com a água, por hidrólise, o que permite superar o problema da influência da água de escoamento sobre a cura (ou seja, sobre a reação de reticulação entre epóxi e amina).

Preferivelmente, a composição de revestimento compreende de 50 a 80%, em particular 60 a 70%, em peso de composição à base de resina epóxi e de 20 a 50%, em particular 30 a 40%, em peso da composição de cura.

Composição de cura

A composição de cura utilizável na composição de revestimento de acordo com a invenção compreende, vantajosamente, pelo menos uma amidoamina fracamente reativa, ou seja, que tem uma cinética de reticulação relativamente lenta e controlada. Utiliza-se preferivelmente uma ou várias amidoamina(s) tendo uma duração de vida útil em embalagem até a gelificação, isto é, até a viscosidade tendendo para o infinito (em inglês “pot life”) a 25°C de 400 a 700 min, medida pelo método de Gel timer sobre 150 g de mistura com uma resina epóxi diglicidiléter de bisfenol A (DGEBA).

Com vantagem, a referida amidoamina ou a referida mistura de amidoaminas tem uma viscosidade a 25°C da ordem de 0,2 a 2 Pa.s.

Preferivelmente, utiliza-se uma ou várias amidoamina(s) que tem um índice de amina, correspondente a uma massa equivalente por hidrogênio ativo, da ordem de 90 a 110 g/H.

Amidoaminas particularmente preferidas para fins da invenção podem, por exemplo, ser escolhidas entre os produtos seguintes, que são produtos de reação entre:

- uma ou várias polietilenopoliamina(s) (amina(s) alifática(s) por definição) preferivelmente escolhida(s) entre os oligoetilenoaminas, e mais preferivelmente, entre as polietilenotetraminas e as

polietilenopentaminas, como, por exemplo, a dietilenotriamina, a trietilenotetramina, a tetraetilenotetramina, a tetraetilenopentamina ou a bis-(3-aminopropil) etilenodiamina, e

- um ou vários ácido(s) graxos mono ou poli-insaturados(s) em C_{12} - C_{18} (mono e/ou poliácidos), tais(s) como, por exemplo, o ácido oléico, linoléico, linolênico, o ácido palmitoleico ou o ácido mirístico, preferivelmente, os ácidos graxos poli-insaturados graxos de origem vegetal, como os ácidos graxos de origem vegetal contidos nos resíduos de destilação da madeira, designados em inglês pelo termo “Tall oil”, o ácido linoléico e o ácido alfa ou gama-linolênico particularmente preferido.

Além disso, as amidoaminas são susceptíveis de encontrar-se em equilíbrio reversível com a forma ciclizada imidazolina. Utiliza-se preferivelmente uma amidoamina ou uma mistura de amidoaminas rica em imidazolina(s), cuja reatividade permite regular a velocidade da reação de reticulação e que, vantajosamente, é(são) susceptível(s) de reagir com a água levada pelos resíduos úmidos.

Uma amidoamina preferida para fins da invenção é o produto da reação entre a tetraetilenopentamina e os ácidos graxos de origem vegetal contidos nos resíduos de destilação da madeira, designados de maneira comum lês pelo termo TOFA (para “Tail Oil Fatty Acids”).

Composição de resina

A composição de resina utilizável na composição de revestimento de acordo com a invenção preferivelmente é escolhida de tal maneira que assegura uma boa complementaridade com a composição de cura, notadamente em termos de cinética de cura e contribuição para a resistência mecânica do bloco de resíduos revestido. Esta resistência mecânica pode exprimir-se em termos de resistência à compressão, flexão, cisalhamento, desempenhos viscoelásticos, etc.

A composição de resina pode compreender uma mistura

contendo a resina epóxi bem como um ou vários aditivos, notadamente escolhidos entre diluentes reativos ou plastificantes (não reativos), agentes modificadores da reologia, notadamente agentes tixotrópicos e agentes tensoativos do tipo alcoóis graxos etoxilados ou ésteres de ácidos graxos e pólios, tendo um papel de emulsificante no caso de resíduos aquosos, ou de umectante no caso de resíduos sólidos ou agentes sequestrantes, do tipo EDTA (ácido etilenodiaminatetraacético) no caso de resíduos metálicos ou resíduos contendo íons metálicos.

A resina epóxi utilizável na composição de revestimento para fins da invenção é, preferivelmente, uma resina epóxi cuja massa equivalente por epóxi está compreendida entre 190 e 210 g/mol. A referida resina epóxi incorpora eventualmente um diluente reativo, preferivelmente escolhido entre os monoepóxidos ou os epóxidos multifuncionais de viscosidade inferior a 0,5 Pa.s a 25°C.

Preferivelmente, a referida resina epóxi terá uma taxa de aromaticidade elevada de 35 a 55%, e mais preferivelmente de 40 a 50% expressa em percentagem de átomos de carbono aromáticos sobre o número total de átomos de carbono da resina epóxi.

Com vantagem, o número de funções epóxi, por molécula (monômero) da referida resina epóxi é de 2 a 5.

A referida resina epóxi terá, por exemplo, uma massa molar em g/mol de cerca de 300 a 800 g/mol, o que corresponde a uma massa equivalente por epóxi situada entre 125 e 225 expressa em g/mol.

Uma resina epóxi preferida é uma resina resultando da reação entre o bisfenol A e a epicloridrina, em particular a resina diglicidiléter de bisfenol A (DGEBA).

De acordo com um aspecto preferido da invenção, utiliza-se uma mistura de resinas epóxi de funcionalidade de pelo menos 2, de modo a aumentar a densidade de ligações (densidade de reticulação) quando da

reticulação.

Utiliza-se, preferivelmente, uma mistura de resina epóxi bifuncional, como uma resina resultando da reação entre o bisfenol A e/ou o bisfenol F e a epicloridrina, e de pelo menos uma resina polifuncional, ou
5 seja, uma resina epóxi tendo um número de funções epóxi por monômero superior a 2, como, por exemplo, as resinas epóxi de tipo fenol novolaca ou epóxi tris (hidróxifenil) metano etc.

A composição de resina compreende, preferivelmente, um diluente epóxido reativo (em relação às aminas), preferivelmente
10 monofuncional ou polifuncional, e mais preferivelmente de viscosidade a 25°C inferior a 0,5 Pa.s, - que participa na reação entre os compostos aminas da composição de cura e da resina epóxi. Diluentes reativos utilizáveis são, por exemplo, o *p-terc*-butilfenilglicidiléter, o cresilglicidiléter, o etilhexilglicidiléter ou triepóxido como o triglicidiléter de trimetilolpropano, o
15 triglicidil éter de glicerol. Utiliza-se preferivelmente um diluente aromático, em particular o *p-terc*-butilfenilglicidiléter.

Com vantagem, a escolha de um diluente aromático permite aumentar a taxa de aromaticidade do polímero, e, conseqüentemente, a resistência às radiações da composição de revestimento.

20 A composição de resina pode igualmente compreender, conforme o caso, um diluente plastificante (não reativo) escolhido, preferivelmente, entre os solventes pesados, ou seja tendo um peso molecular de 140 a 600 g/mol, e preferivelmente, 140 a 500 g/mol, hidrofóbicos e miscíveis nas aminas de cura.

25 Estes compostos permitem evitar a fissuração do bloco de resíduo revestido quando de choques térmicos e ajustar a viscosidade da composição de cura, bem como evitar a exsudação de água residual e impermeabilizar a composição de revestimento (resistência à lixiviação).

Utiliza-se, por exemplo, como composto diluente plastificante,

um composto escolhido entre os éteres de glicol pesados, como o éter metílico de tripropilenoglicol; os ésteres aromáticos, como o acetato benzila; o óxido de benzila; os ftalatos de alquila em C_8 - C_{12} , em particular o ftalato de isononila ou iso-undecila e as suas misturas.

5 Com vantagem, a composição de resina da referida composição de revestimento de acordo com a invenção compreende um agente tixotrópico que permite controlar a baixa da viscosidade, em particular no início da reação, e participa no controle da exotermia.

10 Utiliza-se, preferivelmente, um agente tixotrópico hidrofóbico que permite, em particular a obtenção de um resíduo revestido de modo homogêneo, limitando a subida do resíduo na composição de revestimento quando ele é leve, por exemplo no caso de resinas trocadoras iônicas.

15 Agentes tixotrópicos hidrofóbicos utilizáveis podem ser escolhidos, por exemplo, entre a sílica pirogenada hidrofóbica e a argila modificada organofílica, tal como foi obtida por modificação por enxerto de um agente de enxerto orgânico hidrofóbico.

De acordo com a natureza do resíduo a revestir, a composição de resina pode igualmente compreender um ou vários agente(s) tensoativo(s) ou agente(s) sequestrante(s), como descrito acima.

20 Notadamente, no caso do revestimento de resinas trocadoras iônicas, utiliza-se um agente tensoativo para melhorar a coesão, melhor umectação e uma melhor adesão entre a composição de revestimento e a resina trocadora de íons a revestir. Utiliza-se neste caso, preferivelmente, um agente tensoativo não iônica, notadamente um agente tensoativo não iônico
25 não diluído na água (anidro) absorvente, como, por exemplo, os escolhidos entre os alcoóis graxos etoxilados e poliéteres de siloxano.

No caso de outros resíduos a revestir, notadamente para o revestimento de metais, utiliza-se um agente sequestrante ou complexante apropriado comportando grupamentos que interagem com o elemento

metálico a revestir, por exemplo grupamentos - CO₂H, como o EDTA.

O tipo de agente tensoativo ou sequestrante a incluir na composição de resina poderá variar em função das necessidades e do efeito desejado.

5 Preferivelmente, a composição de resina compreende, em relação ao peso total da composição de resina:

- 70 a 90% em peso de uma resina epóxi ou uma mistura de resina epóxi, preferivelmente 85 a 90%,

10 - 5 a 15% em peso de um diluente reativo, preferivelmente 8 a 12%,

- 5 a 15% em peso de um diluente plastificante, preferivelmente 5 a 10%,

- 0 a 3% em peso de um agente tixotrópico, preferivelmente 1 a 2%, e

15 - 0 a 2% pelo menos de um agente tensoativo ou sequestrante, a soma dos componentes da composição de resina não excedendo 100%.

20 De maneira opcional, pode-se igualmente acrescentar a composição de revestimento, após mistura da composição de cura e da composição de resina, um aditivo de reforço permitindo melhorar as propriedades mecânicas bem como a resistência às radiações do bloco de resíduo revestido, por exemplo à razão de 0 a 10% em peso total da composição de revestimento.

25 Pode-se utilizar, por exemplo, fibras de vidro curtas, fibras de carbono, fibras cerâmicas ou fibras orgânicas de síntese, as fibras de vidro, de carbono e as fibras cerâmicas sendo preferidas. A escolha do tipo de material ou aditivo de reforço será em função do nível das propriedades de resistência procuradas.

A invenção refere-se igualmente à utilização de uma

composição de revestimento tal como foi definida acima para a preparação de um bloco de resíduo revestido, bem como o bloco de resíduo revestido assim obtido.

5 Em particular, o referido bloco de resíduo revestido pode compreender de 30 a 60% em peso de composição de revestimento e de 70 a 40% em peso de resíduo.

O referido bloco de resíduo revestido pode ser preparado por um processo que compreende as etapas consistindo em:

10 i) preparar uma composição de revestimento por mistura de uma composição de resina e uma composição de cura como definidas acima, e

ii) incorporar o resíduo a revestir na referida composição de revestimento, e

15 iii) revestir e reticular até a obtenção de um bloco de resíduo revestido e curado.

De maneira opcional, acrescenta-se um aditivo de reforço à composição de revestimento em uma etapa intermediária que se situa antes da incorporação de resíduo a revestir e após a preparação da composição de revestimento.

20 A mistura da composição de resina e da composição de cura pode ser efetuada, por exemplo, a uma temperatura de 15 a 30°C. Se necessário, a composição de resina, por um lado, e a composição de cura, por outro lado, podem ser aquecidas ou resfriadas antes de mistura, notadamente até a uma temperatura de 20 a 25°C.

25 O resíduo a revestir pode ser um resíduo sob forma sólida, eventualmente dividida, ou sob forma semi-líquida, como uma pasta fluida ou uma massa viscosa.

Em particular, a composição de revestimento pode ser utilizada para armazenar ou confinar resíduos radioativos, como, por

exemplo, resinas trocadoras de íons aniônicos ou catiônicos e as suas misturas, barras de magnésio contaminadas, peças metálicas irradiadas como peças irradiadas por radioatividade fraca ou média ou as cinzas radioativas. Portanto, a composição de acordo com a invenção é particularmente útil e utilizada para o revestimento e o armazenamento e/ou o confinamento de resíduos tóxicos para a saúde e/ou para o meio ambiente.

A composição de revestimento pode alternativamente ser utilizada para armazenar ou confinar resíduos tóxicos não radioativos, como, por exemplo, metais pesados ou materiais contendo, peças metálicas divididas provenientes da demolição de plantas industriais ou produtos gerando ou liberando substâncias nocivas, como a dioxina, o fosgênio, NH_3 , morfolina, hidrazina, SO_2 ou SO_3 .

O resíduo revestido pela composição de revestimento de acordo com a invenção, sob a forma de bloco, apresenta propriedades de resistência à compressão elevadas, bem como uma boa resistência química às agressões dos agentes ácidos ou básicos, ou agentes oxidantes, à luz, bem como uma resistência elevada à lixiviação. Ele apresenta bons desempenhos mecânicos em compressão, em particular após exposição a uma radiação ionizante, bem como uma resistência ao cisalhamento, com excelentes desempenhos mecânicos dinâmicos.

A invenção é ilustrada de maneira não limitativa pelos exemplos seguintes.

Exemplo 1: preparação de uma composição de revestimento

Preparou-se a composição de revestimento seguinte:

1) Composição de resina epóxi

Componente	Teor (em % ponderal)
Resina epóxi diglicidiléter de bisfenol A (DGEBA funcionalidade $f = 2$)	77,8
Resina epoxifenol novolaca (de massa equivalente epóxi 170-180 g/mol) $f > 2$	9,85
p-terc- butilfenilglicidiléter (diluyente reativo)	10,85
Sílica pirogenada hidrofóbica (agente tixotrópico)	1,5

2) Composição de cura com 50p de composição de agente de cura para 100p de composição de resina epóxi (ou seja 33,3% de agente de cura)

Componente	Teor (em % ponderal)
Produto da reação entre a tetraetilenopentamina e os ácidos graxos de origem vegetal contidos nos resíduos de destilação de madeira (TOFA) (Ancamide 506 de AIR PRODUCTS)	100

A mistura foi realizada malaxando-se durante 5 a 10 min a temperatura ambiente compreendida entre 15 e 30 C a composição de resina com a composição de cura, estas sendo previamente dosadas e conduzidas a uma temperatura de 20 a 25°C. O resíduo a revestir é incorporado imediatamente após realização da mistura.

Exemplo 2: revestimento de uma resina trocadora iônica

A mistura, em um tambor metálico de 200 l, 58 kg de composição de resina epóxi e 28 kg de composição de cura do exemplo 1.

A mistura é malaxada com a ajuda de um aparelho móvel de malaxagem de diâmetro 520 mm, com um único estágio, e 4 pás de largura 200 mm orientadas a 45°, com um agitador a uma velocidade de 60 rpm durante 1 a 2 min.

119 kg de resinas trocadoras iônicas poliestirênicas ou acrílicas ionicamente equilibradas (Amberlite MB20 de ROHM&HAAS) são então imediatamente introduzidos sob agitação na mistura em uma vazão de 500 kg/h, depois se mistura o todo durante 7 min a 60 rpm, depois 7 min a 140 rpm.

Após uma parada de 5 min para desgaseificação, a mistura é homogeneizada durante 5 min a 140 rpm.

Obtém-se um bloco de resina trocadora de íons revestida de 205 kg.

Os desempenhos de resistência à compressão após exposição às radiações ionizantes do bloco de resina trocadora de íons revestida assim obtida atingem as especificações da Agência Nacional de Gestão dos

Resíduos Radioativos (ANDRA).

A especificação ANDRA requer menos de 20% de perda em resistência à compressão após exposição a uma radiação ionizante.

Os resultados obtidos com o teste realizado de acordo com o exemplo 2, que é representativo da presente invenção, mostram que após uma exposição de 20 dias, a uma radiação gama de vazão média de dose de 182 Gray/h, não somente não ocorre perda de resistência à compressão após exposição no caso do resíduo revestido de acordo com a presente invenção, mas pelo contrário há um lucro significativo da referida resistência após exposição que é de 18%, em relação ao valor correspondente antes de exposição.

REIVINDICAÇÕES

1. Composição de revestimento para o armazenamento ou o confinamento de resíduos tóxicos para o meio ambiente e/ou a saúde, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a referida composição de revestimento compreende de 50 a 80% em peso de uma composição de resina à base de resina epóxi, compreendendo um diluente epóxido reativo aromático, e de 20 a 50% em peso de uma composição de cura compreendendo um agente de cura constituído de pelo menos uma amidoamina, a referida composição de cura sendo desprovida de agente de cura de amina aromática e em que a composição de cura compreende um agente de cura constituído de pelo menos uma amidoamina escolhida entre os produtos de reação entre uma ou várias polietilenopoliamina(s) (alifática(s)) e um ou vários ácido(s) graxo(s) mono ou poli-insaturado(s) em C₁₂-C₁₈, e que a referida resina epóxi tem uma taxa de aromaticidade da ordem de 40 a 50%, expressa como uma porcentagem de átomos de carbono aromático para o número total de átomos de carbono da resina epóxi e pelo fato de que a referida composição é desprovida de qualquer outra substância absorvente de água, além dos componentes reativos do sistema epóxi-amina.

2. Composição de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a referida composição de cura é desprovida de agente de cura aromático.

3. Composição de acordo com as reivindicações 1 ou 2, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a polietilenopoliamina alifática é escolhida entre as polietileno tetraminas e as polietileno pentaminas.

4. Composição de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a composição de resina compreende uma resina epóxi cuja massa equivalente por epóxi está compreendida entre 190 e 210 g/mol.

5. Composição de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **CARACTERIZADA** pelo fato de a composição de resina compreende um

diluyente epóxico reativo aromático selecionado dentre *p-terc*-butilfenilglicidiléter e cresilglicidiléter.

6. Composição de acordo com a reivindicação 4, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a referida resina epóxi é uma resina resultante da reação entre o bisfenol A e/ou o bisfenol F e a epicloridrina.

7. Composição de acordo com uma das reivindicações 4 ou 6, **CARACTERIZADA** pelo fato de que se utiliza como resina epóxi uma mistura de resina epóxi bifuncional e pelo menos uma resina epóxi polifuncional de funcionalidade superior a 2, preferivelmente de 2 a 5.

8. Composição de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 a 7, **CARACTERIZADA** pelo fato de que se utiliza como resina epóxi uma mistura de resina resultante da reação entre o bisfenol A e/ou o bisfenol F e a epicloridrina e pelo menos uma resina polifuncional.

9. Composição de acordo com qualquer uma das reivindicações 4 a 8, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a composição de resina epóxi compreende pelo menos um aditivo escolhido entre os diluentes reativos ou plastificantes, os agentes tixotrópicos hidrofóbicos, os agentes tensoativos e os agentes sequestrantes.

10. Composição de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o agente tixotrópico hidrofóbico é escolhido entre a sílica pirogênica hidrofóbica e a argila modificada organofílica.

11. Composição de acordo com qualquer uma das reivindicações 9 ou 10, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o material de reforço é escolhido entre as fibras de vidro curtas, as fibras de carbono, as fibras cerâmicas e as fibras orgânicas sintéticas.

12. Composição de acordo com qualquer uma das reivindicações 9 a 11, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a composição de resina compreende, em relação ao peso total da composição de resina:

- 70 a 90% em peso de uma resina epóxi ou uma mistura de resina epóxi, preferivelmente 85 a 90%,

- 5 a 15% em peso de um diluente reativo, preferivelmente 8 a 12%,
 - 5 a 15% em peso de um diluente plastificante, preferivelmente 5 a 10%,
 - 0 a 3% em peso de um agente tixotrópico, preferivelmente 1 a 2%, e
 - 0 a 2% de pelo menos um agente tensoativo ou agente sequestrante,
- a soma dos componentes da composição de resina não excedendo 100%.

13. Utilização de uma composição, conforme definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 12, **CARACTERIZADA** pelo fato de ser para a preparação de um bloco de resíduo revestido.

14. Utilização de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o referido bloco de resíduo revestido compreende de 30 a 60% em peso de composição de revestimento é de 70 a 40% em peso de resíduo.

15. Utilização de acordo com uma das reivindicações 13 ou 14, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o referido bloco de resíduo revestido é preparado por um processo compreendendo as etapas consistindo em:

(i) preparar uma composição de revestimento por mistura de uma composição de resina e de uma composição de cura tal como foi definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 11, e

(ii) incorporar o resíduo a revestir na referida composição de revestimento, e

(iii) revestir e reticular até a obtenção de um bloco de resíduo revestido e endurecido.

16. Utilização de acordo com a reivindicação 15, **CARACTERIZADA** pelo fato de que se acrescenta um aditivo de reforço à composição de revestimento antes da incorporação de resíduo a revestir.

17. Utilização de acordo com qualquer uma das reivindicações 13 a 16, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o resíduo a revestir está sob forma sólida ou sob forma semilíquida.

18. Utilização de acordo com a reivindicação 17, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o resíduo a revestir é um resíduo radioativo ou não radioativo.

19. Utilização de acordo com uma das reivindicações 17 ou 18,

CARACTERIZADA pelo fato de que o referido resíduo é escolhido entre as resinas trocadoras de íons aniônicos ou catiônicos e as suas misturas, as barras de magnésio contaminadas, as peças metálicas irradiadas e as cinzas radioativas.

20. Utilização de acordo com uma das reivindicações 17 ou 18, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o referido resíduo é escolhido entre os metais pesados ou os materiais contendo os mesmos, as peças metálicas divididas provenientes da demolição de plantas industriais e produtos gerando ou liberando substâncias nocivas.

21. Utilização de acordo com uma das reivindicações 13 a 20, **CARACTERIZADA** pelo fato de que ela se refere ao revestimento e o armazenamento e/ou o confinamento de resíduos tóxicos para a saúde e/ou para o meio ambiente.