



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

(21) BR 102019004022-0 A2



(22) Data do Depósito: 27/02/2019

(43) Data da Publicação Nacional: 29/09/2020

(54) **Título:** PROCESSO DE REVESTIMENTO DE SUPERFÍCIE, USO DE MICROPARTÍCULAS POLIMÉRICAS DE MELAMINA FORMALDEÍDO E KIT DE REVESTIMENTO DE SUPERFÍCIE

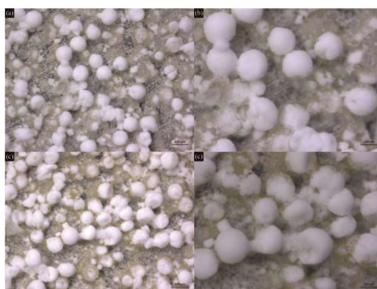
(51) **Int. Cl.:** B32B 27/42; B32B 15/098; C08K 5/5419.

(52) **CPC:** B32B 27/42; B32B 15/098; C08K 5/5419.

(71) **Depositante(es):** UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.

(72) **Inventor(es):** ANA PAULA STEIGLEDER; LIANE ROLDO.

(57) **Resumo:** PROCESSO DE REVESTIMENTO DE SUPERFÍCIE, USO DE MICROPARTÍCULAS POLIMÉRICAS DE MELAMINA FORMALDEÍDO E KIT DE REVESTIMENTO DE SUPERFÍCIE. A presente invenção descreve um processo de revestimento de superfície que compreende uma chapa metálica e três camadas: camada de verniz, camada de micropartículas poliméricas de melamina formaldeído e camada de silano em que as ditas superfícies são selecionadas entre edifícios comerciais e residenciais, casas, tapumes de construções, telhados, grades, portões, sacadas, portas, janelas e vasos de plantas. Mais especificamente, a presente invenção descreve o uso das micropartículas poliméricas de melamina formaldeído para revestimento de superfície. E, ainda mais especificamente, um kit de revestimento de superfície. A presente invenção se situa nos campos da engenharia química, construção civil, arquitetura, urbanismo, design de produtos.



Relatório Descritivo de Patente de Invenção

PROCESSO DE REVESTIMENTO DE SUPERFÍCIE, USO DE MICROPARTÍCULAS POLIMÉRICAS DE MELAMINA FORMALDEÍDO E KIT PARA REVESTIMENTO DE SUPERFÍCIE

Campo da Invenção

[0001] A presente invenção descreve um processo de revestimento de superfície hidrofóbico que compreende uma chapa metálica e três camadas: camada de verniz, camada de micropartículas poliméricas de melamina formaldeído e camada de silano. A presente invenção encontra-se no campo da engenharia química, construção civil, arquitetura, urbanismo, design de produtos.

Antecedentes da Invenção

[0002] Um dos principais problemas enfrentados em construções civis é a limpeza de locais externos como fachadas de prédios altos, telhas, tapumes, etc. Além disso, na jardinagem, vasos grandes de flores e plantas expostos em ambientes externos podem ser prejudicados devido à presença de umidade, como também o contato com ambiente, exposto a poeira. Para tais locais e objetos busca-se novos tipos de revestimento que resolvam a questão da limpeza, preservação e prolongamento de vida útil das superfícies de espaços externos.

[0003] Neste contexto, destacam-se os silanos que são compostos híbridos de silício. São hidroliticamente sensíveis e podem reagir com substratos orgânicos e inorgânicos formando ligações covalentes. São conhecidos como bons agentes de acoplamento em revestimentos orgânicos, utilizados para modificar a energia da superfície ou a molhabilidade dos substratos em condições normais não conferindo reatividade química ao substrato (ARKLES, 2011). As propriedades da utilização do silano pode fornecer lubrificação para proteção contra a abrasão durante processos de fabricação, como também pode

proteger superfícies contra a corrosão. Dentre outras aplicações pode-se também mencionar, revestimentos arquitetônicos, repelência de água, tratamentos de superfície mineral, dispersantes de pigmentos, revestimentos anti-nevoeiro e revestimentos ópticos (ARKLES, 2011; PLUEDDEMANN, 1982).

[0004] Na busca pelo estado da técnica em literaturas científica e patentária, foram encontrados os seguintes documentos que tratam sobre o tema:

[0005] O documento patentário WO2007149617 intitulado “Articles having durable hydrophobic surfaces” revela a formação de uma superfície hidrofóbica ou superhidrofóbica de micropartículas e/ou nanopartículas hidrofóbicas. O dito documento corresponde à deposição de uma composição líquida que compreende a uma microestrutura ligante de micropartículas e nanopartículas, estas compreendem partículas modificadas na superfície de óxido de silício, óxido de alumínio, carbonato de cálcio, óxido de titânio ou óxido de zircônio, essa modificação é realizada com um silano. Na presente invenção não há mistura das partículas em solução e as micropartículas compreendem outros precursores e não sofrem modificações.

[0006] O documento patentário US20130115381 intitulado “*Hydrophobic surface coating*” revela a formação de uma camada hidrofóbica sobre uma superfície através de partículas com um aglutinante, onde a aplicação é por pulverização. A mistura é aplicada à superfície e curada por tratamento térmico. Na presente invenção as partículas não são misturadas em solução e a aplicação é realizada de outra forma, além disso a cura da presente invenção não leva tratamento térmico.

[0007] O documento WO201815658 intitulado “Method for depositing an adhesive metal coating which is hydrophobic and electrically ,conductive” revela a dissolução dos polímeros utilizados no solvente, dispersando as micropartículas eletricamente condutoras num solvente orgânico, após depositar a mistura no substrato por pulverização. As micropartículas deste documento compreendem a partículas de grafite e a reticulação da resina é

realizada por tratamento térmico. Na presente invenção as micropartículas não são misturadas a uma solução, a forma de aplicação é diferente e o tratamento térmico não é utilizado.

[0008] O documento WO2015143146 A1 intitulado “Coated metal substrates and methods of preparing them”, revela um método para formar um revestimento compósito num substrato de metal não tratado. A composição de revestimento compreende uma dispersão aquosa de micropartículas poliméricas tendo como núcleo uma mistura monômeros insaturados substancialmente hidrofóbicos (acrilato de n-butilo, acrilato de isobutilo, acrilato de laurilo, acrilato de estearilo, etc.), e que o invólucro das micropartículas compreende um polímero de poliuretano. Na presente invenção são propostas micropartículas e composição do revestimento diferentes do dito documento.

[0009] Assim, do que se depreende da literatura pesquisada, não foram encontrados documentos antecipando ou sugerindo os ensinamentos da presente invenção, de forma que a solução aqui proposta possui novidade e atividade inventiva frente ao estado da técnica.

[0010] Em resumo, os documentos patentários do estado da técnica, aplicam micropartículas por uma composição líquida e por pulverização, o que pode ocasionar perda de material. Não é descrito um processo de obtenção de revestimento nos moldes da presente invenção e cujo revestimento seja eficaz para a retirada de sujeiras depositadas em locais inapropriados, como também na preservação e prolongamento de vida útil de superfícies de espaços externos, isto é, locais de difícil acesso, onde a água da chuva ajudará na auto limpeza, pois a tecnologia desenvolvida possui propriedades hidrofóbicas de repelência de água.

Sumário da Invenção

[0011] Dessa forma, a presente invenção resolve os problemas do estado da técnica a partir de um processo de revestimento de superfície que tem utilidade como repelente de água em superfícies de edifícios comerciais e residenciais,

casas, tapumes de construções, telhados, grades, portões, sacadas, portas e janelas, ou seja, o revestimento formado apresenta características hidrofóbicas, Ainda, a presente invenção provê um kit para revestimento de superfície segundo esse processo e o uso de micropartículas poliméricas de melamina formaldeído para revestimento de superfícies.

[0012] A presente invenção apresenta como conceitos inventivos os objetos a seguir:

[0013] A presente invenção apresenta como primeiro objeto, o processo de revestimento de superfície compreendendo uma chapa metálica e três camadas:

- Camada de Verniz;
- Camada de micropartículas poliméricas de melamina formaldeído (MPMF); e,
- Camada de silano.

[0014] A presente invenção apresenta como segundo objeto, o uso de micropartículas poliméricas de melamina formaldeído (MPMF) para o revestimento de superfícies, conforme definido no primeiro objeto.

[0015] A presente invenção apresenta como terceiro objeto, um kit para revestimento de superfície.

[0016] Estes e outros objetos da invenção serão imediatamente valorizados pelos versados na arte e serão descritos detalhadamente a seguir.

Breve Descrição das Figuras

[0017] São apresentadas as seguintes figuras:

[0018] A Figura 1 mostra um esquema do método de obtenção de MPMF por polimerização *in situ* por emulsão.

[0019] A Figura 2 mostra a MEV das micropartículas poliméricas (MPMF). Em (a) mostra-se a ampliação de 6000 vezes. Em (b) mostra-se a ampliação de 4000 vezes. As micropartículas apresentam forma esférica regular e uniforme, com medidas que variam de 1,3 µm, a 1,5 µm.

[0020] A Figura 3 mostra o processo de produção do revestimento de superfície da presente invenção, passo a passo. Em (a) e (b) é mostrado os corpos de prova sendo colados. Em (c) os corpos de prova são peneirados com MPMF. Em (d) e (e) a solução de silano é preparada. Em (f) ajuste de pH. Em (g) os corpos são imersos em solução de silano. E em (h) os corpos de prova são expostos ao dessecador.

[0021] A Figura 4 mostra a microscopia óptica dos corpos de prova expostos em câmara climática.: Em (a) MPMF: exposição de 24hrs, aumento de 80x. Em (b) MPMF: exposição de 24hrs, aumento de 160x. Em (c) MPMF: exposição de 1008hrs, aumento de 80x. Em (d) MPMF: exposição de 1008hrs, aumento de 160x.

[0022] A Figura 5 mostra os Ângulos de contato dos corpos de prova sem exposição em câmara climática e expostos à 90% em ambiente úmido à 37°C, por 1008 horas.

[0023] A Figura 6 mostra o Ângulo de contato: formato da gota no revestimento de superfície composto com MPMF após exposição em câmara climática de 168hrs.

[0024] A Figura 7 mostra a Histerese dos corpos de prova sem exposição em câmara climática e expostos à 90% em ambiente úmido à 37°C, por 1008 horas.

[0025] A Figura 8 mostra a Gota em movimento, antes do rolamento. Revestimento de superfície composto por MPMF após exposição em câmara climática de 432h.

[0026] A Figura 9 mostra R_a (μm) dos corpos de prova sem exposição em câmara climática e expostos à 90% em ambiente úmido à 37°C, por 1008 horas.

Descrição Detalhada da Invenção

[0027] A presente invenção revela um processo de revestimento de superfície através do uso de micropartículas poliméricas de melamina formaldeído

(MPMF) que possui capacidade de repelência de água visando à retirada de sujeiras depositadas em locais inapropriados, como também na preservação e prolongamento de vida útil de superfícies de espaços externos de estabelecimentos, comerciais, residenciais e/ou industriais e até mesmo em objetos de jardinagem como vasos de plantas. O revestimento formado pelo processo auxilia na impermeabilização de espaços, estruturas como também produtos que estejam expostos à ambientes de alta umidade.

[0028] Em um primeiro objeto, a presente invenção apresenta o processo de revestimento de superfície compreendendo uma chapa metálica e três camadas::

- Camada de Verniz;
- Camada de micropartículas poliméricas de melamina formaldeído (MPMF); e,
- Camada de silano.

[0029] Em uma concretização do processo, a dita superfície é selecionada entre: edifícios comerciais e residenciais, casas, tapumes de construções, telhados, grades, portões, sacadas, portas, janelas e vasos de plantas.

[0030] Em uma concretização do processo, o material da dita chapa metálica é selecionado do grupo consistindo de: liga de alumínio de manganês, aço galvanizado, ferro, cobre ou uma combinação destes.

[0031] Em uma concretização do processo, a camada de verniz é obtida por:

- (a) Pulverização de verniz na superfície;
- (b) Secagem do verniz por um período de 50 a 60 minutos;

[0032] Em uma concretização do processo, a dita verniz é uma resina alquídica que compreende polímero vinílico, dióxido de silício, metil etil cetoxima, butil glicol, poliaminamidas, pó de zinco, xileno e aguarrás mineral.

[0033] Em uma concretização do processo, a camada de micropartículas é obtida pela peneiração das micropartículas poliméricas de melamina formaldeído (MPMF) sob a chapa metálica.

[0034] Em uma concretização do processo, a peneiração é feita com peneira

granulométrica de abertura máxima de 0,149 mm.

[0035] Em uma concretização do processo, as ditas micropartículas poliméricas de melamina formaldeído são obtidas por polimerização *in situ*.

[0036] Em uma concretização do processo, a camada de silano é obtida pela aplicação da solução de silano sob a chapa metálica; e secagem da chapa metálica entre 24h e 48h.

[0037] Em uma concretização do processo, a dita solução de silano é preparada com os seguintes reagentes:

- 90% de etanol 99,5% P.A;
- 5% de água deionizada; e,
- 5% de hexadeciltrimetoxisilano

em que solução é reservada por 24 horas de hidrólise a uma temperatura entre 24 a 26°C em um agitador e em que após esse período o pH é ajustado para 4,0.

[0038] Em uma concretização do processo, a aplicação da solução de silano ocorre 24h após a peneiração e a dita solução deve ficar em contato com a chapa metálica de 2 a 3 minutos.

[0039] Em uma concretização do processo, o revestimento formado pelas três camadas é como repelente de água em superfícies.

[0040] Em uma concretização do processo, a chapa metálica com as três camadas é aplicada na superfície.

[0041] Em segundo objeto, a presente invenção apresenta o uso de micropartículas poliméricas de melamina formaldeído (MPMF) para o revestimento de superfícies, conforme definido no primeiro objeto.

[0042] Em um terceiro objeto, a presente invenção apresenta um kit para revestimento de superfície compreendendo:

- Verniz de resina alquídica;
- Pó de micropartículas de poliméricas de melamina formaldeído (MPMF);
- Solução de silano, conforme definida na reivindicação 9;

- Peneira granulométrica de no máximo 0,149 mm.

Definição de termos

[0043] O termo “repelente de água” aqui utilizado refere-se a um tratamento que torna uma superfície repelente a líquidos e também evita a absorção de sujeiras. Esse tratamento contribui com a limpeza dificultando a fixação de pó, além de aumentar a durabilidade de um material.

[0044] As principais vantagens da invenção estão relacionadas ao uso de peneiras industriais para a peneiração das micropartículas poliméricas. Através do uso de peneiras não se tem perda de material, isto é, as micropartículas que não aderirem ao substrato são recolhidas em um reservatório e novamente utilizadas para um segundo uso. Além disso, elas propiciam baixo custo, baixo ruído, praticidade no manuseio, rápida substituição de telas, praticidade na instalação e baixo consumo de energia.

[0045] A nível industrial, aplicação das MPMF se dará através de peneiras industriais vibratórias. O peneiramento industrial refere-se ao uso de uma estrutura vazada, isto é, uma malha, um gabarito, com dimensões definidas que permita a passagem de um material granular (LUZ e CARVALHO, 2015). A peneira pode ser constituída de poliuretano, chapas perfuradas, placas fundidas, borracha, etc (IIZUKA, 2006). Existem no mercado dois tipos de peneiras industriais, as circulares e as lineares. As peneiras lineares são indicadas para materiais a granel, aos mais pesados ou de pequeno porte. A peneira circular é indicada para granulações mais específicas, como também líquidos, esta indicada para uso e aplicação das MPMF.

[0046] Em relação ao processo de polimerização *in situ* utilizado para obtenção das micropartículas as principais vantagens são: método simples e de baixo custo; facilidade de industrialização; controle do tamanho cápsula e do invólucro.

Exemplos

[0047] Os exemplos aqui mostrados têm o intuito somente de exemplificar uma das inúmeras maneiras de se realizar a invenção, contudo sem limitar, o

escopo da mesma.

Exemplo 1. Processo de revestimento de superfície

Obtenção das micropartículas poliméricas de melamina-formaldeído (MPMF)

[0048] As MPMF foram obtidas através da polimerização *in situ*. Essa técnica pode ser empregada em várias aplicações, onde as modificações dos materiais podem variar de acordo com o desempenho desejado, como por exemplo para melhorar a flexibilidade (PALOMA *et. al.*, 2016). A polimerização *in-situ* é versátil para a formação de uma ampla gama de materiais, onde a polimerização ocorre na superfície do material a ser encapsulado. É uma das técnicas mais utilizadas para a produção de microcápsulas (GHOSH, 2006; SU e SCHLANGN, 2012). As microcápsulas produzidas a partir deste método, possuem uma morfologia suave e esférica, sensíveis à temperatura (YATAGANBABA, OZKAHRAMAN, e KURTBAS, 2017).

[0049] A primeira etapa para obtenção das MPMF consistiu no preparo da emulsão e do pré-polímero. O banho termostático foi usado somente na hora de misturar a emulsão do pré-polímero. A emulsão foi preparada em um béquer jaquetado, a 70°C, usando água deionizada, 1 g. de CTAB (surfactante). Em seguida, a emulsão foi levada para agitação no ultrassom da marca Unique, com potência de 60% para homogeneizar o sistema. Posteriormente o pH foi ajustado com ácido acético 99.8% da marca Sigma-Aldrich e reservado.

[0050] Na segunda etapa do preparo do pré-polímero, misturou-se água deionizada com formaldeído 10-15% da marca Sigma-Aldrich e estes sofreram agitação com o auxílio de um agitador magnético da marca Cole-Parmer, onde foi adicionado melamina 99% da marca Sigma-Aldrich até a dispersão ficar límpida. Após esse procedimento, o pH novamente foi reajustado com o uso de trietonolamina P.A da marca Cromoline. Foi realizado o gotejamento lento do pré-polímero na emulsão, e no término de 1,5 horas de agitação mecânica de 500 rpm, realizou-se um novo ajuste de pH com a trietonolamina a 60% com agitação de 100 rpm. O esquema para a obtenção das MPMF pode ser visualizado na Figura 1.

[0051] As Figuras 02 (a) e (b) apresentam micrografias das MPMF a partir da microscopia eletrônica de varredura MEV. É possível observar nas imagens a forma esférica e regular. As micropartículas encontram-se ancoradas umas às outras, e apresentaram uma variação de tamanho entre 1,3 μm a 1,5 μm .

Revestimento de superfície

[0052] Foi utilizado como corpo de prova o alumínio AA (liga de alumínio manganês) 3104 H24 com espessura de 0,70 mm. Os corpos de prova foram seccionados em corte a laser no formato de 5 x 2 cm, desengraxados com acetona e água deionizada, seguindo indicações do experimento realizado por Peres *et. al.* (2015). Após a limpeza dos corpos de prova, estes foram fixos com uma fita dupla face em uma cartela de papel duplex para posterior pulverização do verniz. O verniz utilizado é uma resina alquídica, produzida através dos componentes: polímero vinílico, dióxido de silício, metil etil cetoxima, butil glicol, poliaminamidas, pó de zinco, xileno e aguarrás mineral [BASF, 20]. O verniz foi diluído seguindo as informações contidas na embalagem da tinta, onde se recomenda 10% de solvente aguarrás para a diluição. O equipamento utilizado para aplicação do verniz foi a pistola Wagner 550 com potência de 50W. Segundo Wagner 550, (2013), o distanciamento constante para aplicação deve ocorrer entre 5 a 15 cm do objeto. A pulverização do verniz foi realizada em uma cabine de pintura. Após 50 min de secagem do verniz em temperatura ambiente as MPMF foram peneiradas sobre o substrato úmido, através da utilização de uma peneira de granulométrica, marca Bertel com abertura, preferencialmente, correspondente a 0,149 mm.

[0053] O tempo de secagem do verniz deve ser entre 50, no máximo 60 min não podendo ultrapassar 60 min, tendo em vista que o verniz deve estar úmida para que as micropartículas possam aderir em sua superfície. Além disso, aberturas maiores que 0,149 mm poderiam levar a passagem rápida das micropartículas prejudicando a cobertura do filme, já que as mesmas se comportam semelhante a um pó. O tamanho da abertura contribui para uma

distribuição homogênea das MPMF no substrato. Formatos sugeridos de peneiras industriais são 1,50x1,0m - 2x1m – 2,5x1,0m.

[0054] Após 24 horas, realizou-se a imersão dos corpos de prova em uma solução de 90% de etanol 99,5% P.A - Dinâmica Química, 5% de água deionizada e 5% de silano hexadeciltrimetoxisilano $\geq 85\%$ (GC) - Aldrich Chemistry. Foi utilizado o hexadeciltrimetoxisilano devido ao seu custo benéfico. A mistura dos reagentes foi realizada através da utilização de um bastão de vidro, logo, a solução foi reservada por um período de 24 horas de hidrólise a uma temperatura de 25° em um agitador da Fisatom. Após hidrólise, o pH foi ajustado com o equipamento phmetro Phtek adicionando ácido acético glacial P.A. ACS - Anidrol, para o pH 4. Os corpos de prova foram imersos por 2 minutos na solução. Após imersão, os corpos de prova foram reservados no dessecador com sílica por 48 horas.

[0055] O passo a passo do processo de produção do revestimento de superfície da presente invenção, pode ser observado na Figura 3, onde em (a - b), os corpos de prova foram desengraxados e colados nas cartelas de papel, posteriormente foram fixados em uma superfície plana de madeira para recebimento do verniz na cabine de pintura. Em (c) os corpos de prova já cobertos com solvente receberam o peneiramento das MPMF. Em (d - e), a solução de etanol, água deionizada e silano foi preparada, ficando em hidrólise por 24 horas a 25 °C. Em (f) o pH foi ajustado. Em (g) os corpos de prova foram imersos na solução de silano. E em (f) os corpos de prova já com filme impregnado foram expostos no dessecador.

[0056] A etapa de peneiramento das micropartículas ocorre em chapas metálicas de forma plana (na horizontal), aqui intitulados de corpos de prova, para que posteriormente essas chapas sejam aplicadas em edifícios e outros estabelecimentos específicos, promovendo os efeitos acima descritos. Formatos aproximados de chapas metálicas sugeridos são: 1,50x1,0m - 2x1m – 2,5x1,0m.

Exemplo 2. Caracterização do revestimento de superfície aplicado no alumínio.

Câmara climática

[0057] Os corpos de prova foram expostos à 90% em ambiente úmido à 37°C, por 1008 horas, correspondente a 41 dias. O ensaio foi realizado em câmara climática da marca Marconi conforme ASTM D2247 e NBR 8095. Em tempo determinado de 24, 48, 72, 96, 168, 240, 336, 432, 576, 744, e 1008 horas, os corpos de prova foram reservados no dessecador para retirada da umidade e posteriormente expostos aos ensaios de microscopia óptica, ângulo de contato, ângulo de histerese, e rugosímetro.

Microscopia óptica

[0058] Através da utilização de um microscópio óptico, marca Zeiss Stemi 508 Axiocam 105, foi possível verificar a distribuição e o comportamento das MPMF. A Figura 4, apresenta uma análise por microscopia óptica do revestimento de superfície desenvolvido após serem expostos em câmara climática. Onze corpos de prova foram observados com aumentos determinados de 80x e 160x. Dos onze corpos de prova analisados, observou-se que não houve alteração no comportamento das MPMF expostas nas condições acima mencionadas, desta forma, selecionaram-se dois momentos para serem relatados, 24 horas e 1008 horas de exposição.

[0059] As formas esféricas de coloração branca correspondem às MPMF. As imagens apresentam uma área de coloração bege que corresponde ao verniz que serviu como base e aderência das cápsulas durante o peneiramento. É visível que as MPMF estão sobrepostas ao verniz, apresentando rugosidade de superfície. Também é possível observar que as MPMF estão ancoradas, isto é, unidas umas às outras, pois conforme apresentado em (a - c), as esferas encontram-se em um tamanho próximo a 100 µm., definindo que um grande número de cápsulas se encontram unidas, pois conforme já identificado através do MEV, (Figura 2) o tamanho das cápsulas das MPMF correspondem a 1,3 µm a 1,5 µm.

Ângulo de contato

[0060] As superfícies podem ser denominadas superhidrofóbicas, hidrofóbicas, superhidrofílicas, hidrofílicas. Superhidrofílicas quando o ângulo de contato estático da água em contato com a superfície for menor que 10° . Hidrofílicas quando o ângulo de contato com a superfície for maior ou igual a 10° e menor que 90° . Hidrofóbicas quando o ângulo de contato for maior ou igual a 90° e menor que 150° e superhidrofóbicas são aquelas superfícies cujo ângulo de contato é maior ou igual a 150° (KOCH, BHUSHAN e BARTHLOTT, 2008).

[0061] Uma gota depositada em uma superfície reage de várias maneiras. Uma superfície pode ter uma heterogeneidade física, uma rugosidade de superfície, ou uma variação na composição química, isto é, materiais com diferentes energias de superfície. Quando um ângulo de contato é observado, este é chamado de ângulo de contato aparente. Quando uma gota é aplicada sobre uma superfície, ocorre a formação de três interfaces (energias livres interfaciais), γ_{sv} - sólido-vapor, γ_{sl} - sólido-líquido e γ_{lv} - líquido-vapor (YOUNG, 1805, apud VERPLANCK et. al. 2007; NAKAJIMA, 2011).

[0062] Para determinação do ângulo de contato do revestimento de superfície desenvolvido foi utilizado o equipamento da DSA100 da Krüss. Através deste experimento, foi possível determinar a capacidade de repelência de água. Utilizou-se a medida de $10 \mu\text{L}$ de água deionizada para caracterização. Não houve variação considerável de medida de ângulo de contato dentro do tempo proposto (Figura 5). É perceptível que oscilações de até 11° tenham ocorrido, isto provavelmente esteja relacionado a concentrações de MPMF em determinados locais da amostra, conforme Figura 4, que podem ter interferido levemente no aumento ou diminuição do ângulo.

[0063] De acordo com os resultados obtidos revestimento de superfície da presente invenção é hidrofóbico, pois possui ângulo de contato estático superior a 130° . Também, dentro deste mesmo estudo, é possível verificar que o revestimento de superfície esteve próximo a ser denominado superfície superhidrofóbica. Para que esta denominação pudesse ter ocorrido, o ângulo de contato estático da gota deveria ser maior ou igual a 150° .

[0064] A Figura 6 apresenta o formato da gota obtido em uma exposição em câmara climática de 168 horas. É visível o formato esférico da gota no revestimento de superfície desenvolvido.

Ângulo de histerese

[0065] Foi possível determinar o ângulo de histerese utilizando o equipamento da DSA100 da Krüss, para a captura da gota em movimento. Utilizou-se a medida de 10 µL de água deionizada para caracterização. Foi utilizado o software aberto *Surfteens*, como também o software *Image J*. para determinar o ângulo da gota em movimento. A medida do ângulo de histerese foi determinada através da diferença entre os ângulos de contato de avanço e o de recuo da gota em movimento. O ângulo de histerese é a medida que se dá quando a superfície é inclinada, isto é, é o cálculo através da diferença do ângulo de contato de avanço " θ_A " e o de recuo " θ_R " (KOCH, BHUSHAN e BARTHLOTT, 2008; VERPLANCK *et. al.* 2007).

[0066] A Figura 7 apresenta os ângulos de histerese do revestimento de superfície desenvolvido. Não houve variação considerável de medida de ângulo. Como nos resultados apresentados de medida de ângulo de contato estático, o mesmo ocorreu com o ângulo de contato da gota inclinada, isto é, a histerese da superfície. É visível oscilações de até 4°, isto provavelmente esteja relacionado a concentrações de MPMF em determinados locais da amostra. Desta forma, o revestimento de superfície desenvolvido, caracteriza-se como hidrofóbico, com alto ângulo de contato estático e baixo ângulo de histerese. Koch, Bhushan e Barthlott (2008) e Verplanck *et. al.* (2007), mencionam que ângulos de histerese baixos são determinantes para superfícies com propriedades superhidrofóbicas, assim, uma superfície que apresente um alto ângulo de contato e um baixo ângulo de histerese podem ser determinadas como superfícies que apresentam características de repelência de água. A Figura 8 apresenta a captura da gota em movimento, último momento antes do rolamento.

Rugosímetro

[0067] A superfície de um material é composta por diversos picos e vales. A rugosidade da superfície de um material pode influenciar em certas propriedades, tais como, resistência à corrosão, ao desgaste, a hidrofobicidade, à fadiga de uma determinada peça. Essas propriedades podem ser alteradas por um determinado tipo de acabamento superficial. A rugosidade de uma estrutura dupla em micro e nanopilares, direciona o desenvolvimento de superfícies com capacidades de repelência de água. A hierarquia de rugosidade e o ar circundante entre os pilares estabilizam a superhidrofobicidade fazendo com que a gota se acomode na superfície sólida, e o ar proporcione o aumento do ângulo de contato (SAJADINIA e SHARIF, 2010).

[0068] A rugosidade na superfície das amostras de MPMF foi obtida através do uso do rugosímetro portátil surfest SJ-210 da Mitutoyo. Através de uma ponteira e parâmetros pré-estabelecidos, a superfície da amostra foi varrida. Com uma média aritmética de três varreduras em locais distintos da amostra, obteve-se os resultados decorrentes a rugosidade de superfície. Os parâmetros utilizados no software do equipamento para a análise de rugosidade das superfícies das amostras foram os seguintes: Extensão da varredura: 2,5mm; Velocidade: 0,25mm/seg.; Diâmetro da Ferramenta: 8 micrômetros; Filtro: Gauss e Cutoff: 2,5mm. Através do uso de um rugosímetro, foi possível obter o valor Ra em escala micrométrica da rugosidade do revestimento de superfície proposto. Também o valor $R\alpha$, é apresentado para as amostras sem exposição na câmara úmida (Figura 9).

[0069] Como observado anteriormente, nos ensaio através do MEV correspondentes às MPMF (Figura 2), como também do revestimento de superfície das MPMF observado por microscopia óptica (Figura 4), as MPMF encontram-se ancoradas, isto é, unidas umas às outras. Esse mesmo comportamento reflete no resultado da rugosidade do revestimento de superfície das MPMF, cujo fator $R\alpha$ da amostra sem exposição em câmara climática foi de 27 μm . No período de exposição em câmara climática, os

corpos de prova não apresentaram uma variação significativa de rugosidade. A rugosidade variou em aproximadamente 9 μm .

[0070] Os versados na arte valorizarão os conhecimentos aqui apresentados e poderão reproduzir a invenção nas modalidades apresentadas e em outras variantes e alternativas, abrangidas pelo escopo das reivindicações a seguir.

Reivindicações

1. Processo de revestimento de superfície **caracterizado** por compreender uma chapa metálica e três camadas:

- Camada de Verniz;
- Camada de micropartículas poliméricas de melamina formaldeído (MPMF); e,
- Camada de silano.

2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pela dita superfície ser selecionada entre: edifícios comerciais e residenciais, casas, tapumes de construções, telhados, grades, portões, sacadas, portas, janelas e vasos de plantas.

3. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo material da dita chapa metálica ser selecionada do grupo consistindo de: liga de alumínio de manganês, aço galvanizado, ferro, cobre ou uma combinação destes.

4. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizado** pela camada de verniz ser obtida por:

- (a) Pulverização de verniz na chapa metálica; e,
- (b) Secagem do verniz por um período de 50 a 60 minutos.

5. Processo, de acordo com a reivindicação 1 ou 4, **caracterizado** pela dita verniz ser uma resina alquídica que compreende polímero vinílico, dióxido de silício, metil etil cetoxima, butil glicol, poliaminamidas, pó de zinco, xileno e aguarrás mineral.

6. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pela camada de micropartículas ser obtida pela peneiração das micropartículas poliméricas de melamina formaldeído (MPMF) sob a chapa metálica.

7. Processo, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado** pela peneiração ser feita com peneira granulométrica de abertura máxima de 0,149 mm.

8. Processo, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado** pelas ditas micropartículas poliméricas de melamina formaldeído (MPMF) serem obtidas por polimerização *in situ*.

9. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pela camada de silano ser obtida pela aplicação da solução de silano sob a chapa metálica; e secagem da placa metálica entre 24h e 48h.

10. Processo, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** pela dita solução de silano ser preparada com os seguintes reagentes:

- 90% de etanol 99,5% P.A;
- 5% de água deionizada;
- 5% de hexadeciltrimetoxisilano,

em que solução é reservada por 24 horas de hidrólise a uma temperatura entre 24 a 26°C em um agitador e em que após esse período o pH é ajustado para 4,0.

11. Processo, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** pela aplicação da solução de silano ocorrer 24h após a peneiração das micropartículas e pela dita solução ficar em contato com a chapa metálica de 2 a 3 minutos.

12. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo revestimento formado pelas três camadas ser como repelente de água em superfícies.

13. Processo **caracterizado** pela chapa metálica com as três camadas ser aplicada as superfícies de acordo com a reivindicação 2.

14. Uso de micropartículas poliméricas de melamina formaldeído (MPMF) **caracterizado** por ser para revestimento de superfícies conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 13.

15. Kit para revestimento de superfície **caracterizado** por compreender:

- Verniz de resina alquídica;
- Pó de micropartículas de poliméricas de melamina formaldeído

(MPMF);

- Solução de silano;
- Peneira granulométrica de no máximo 0,149 mm.

FIGURAS

Figura 1

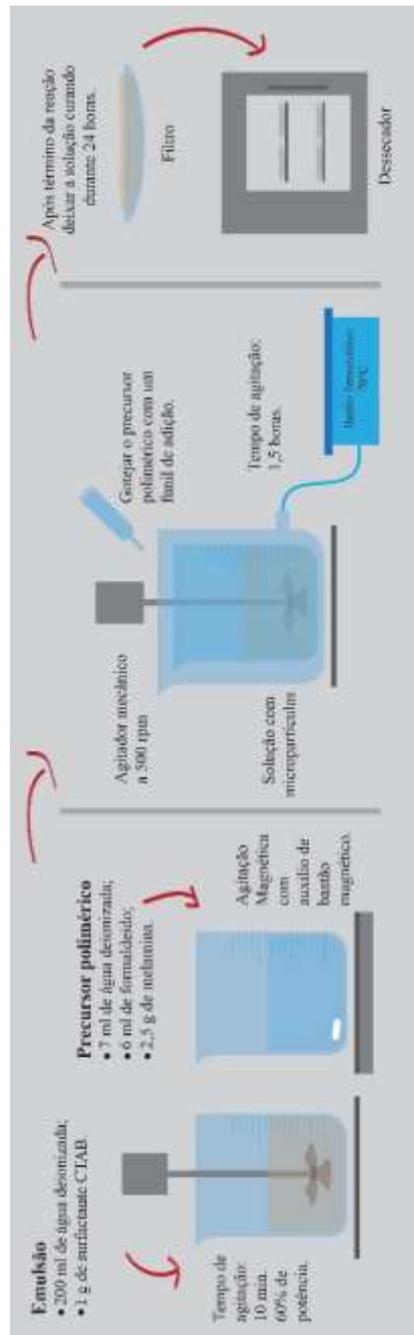


Figura 2

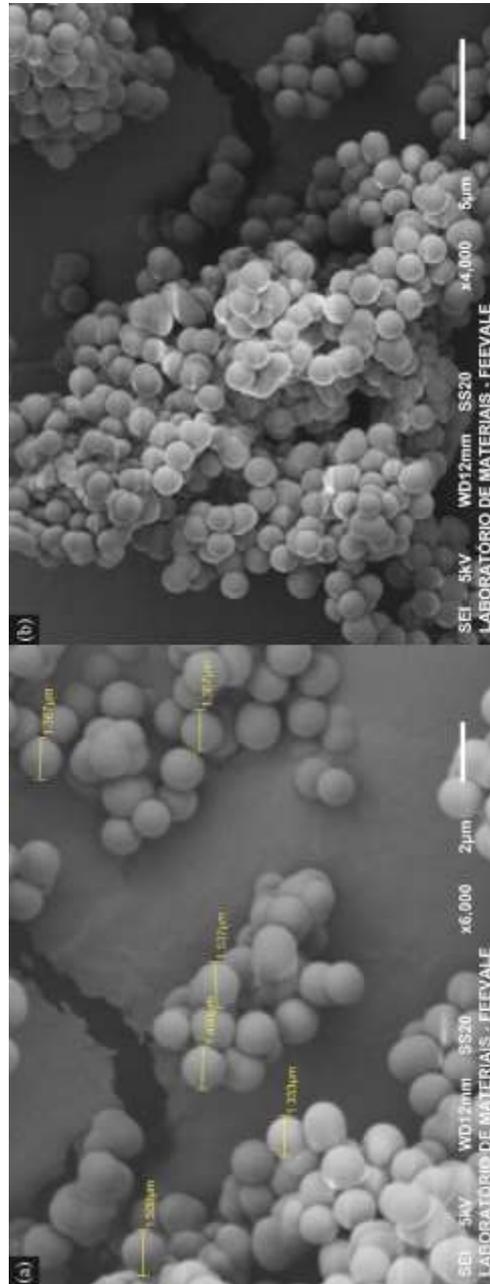


Figura 3

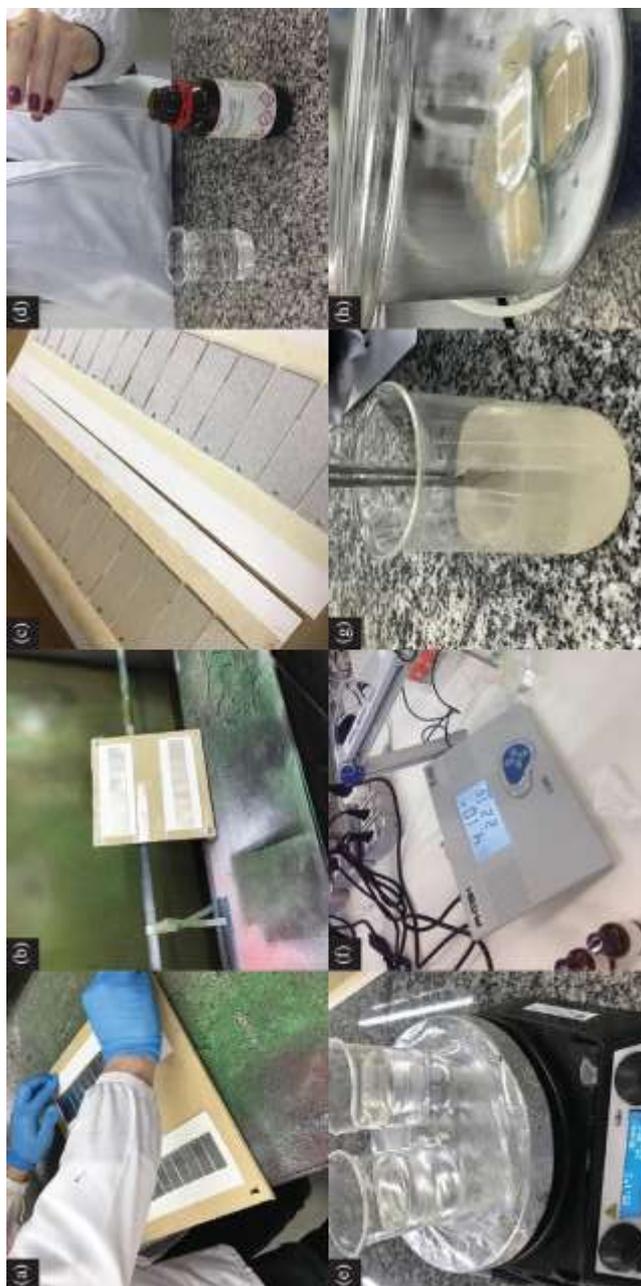


Figura 4

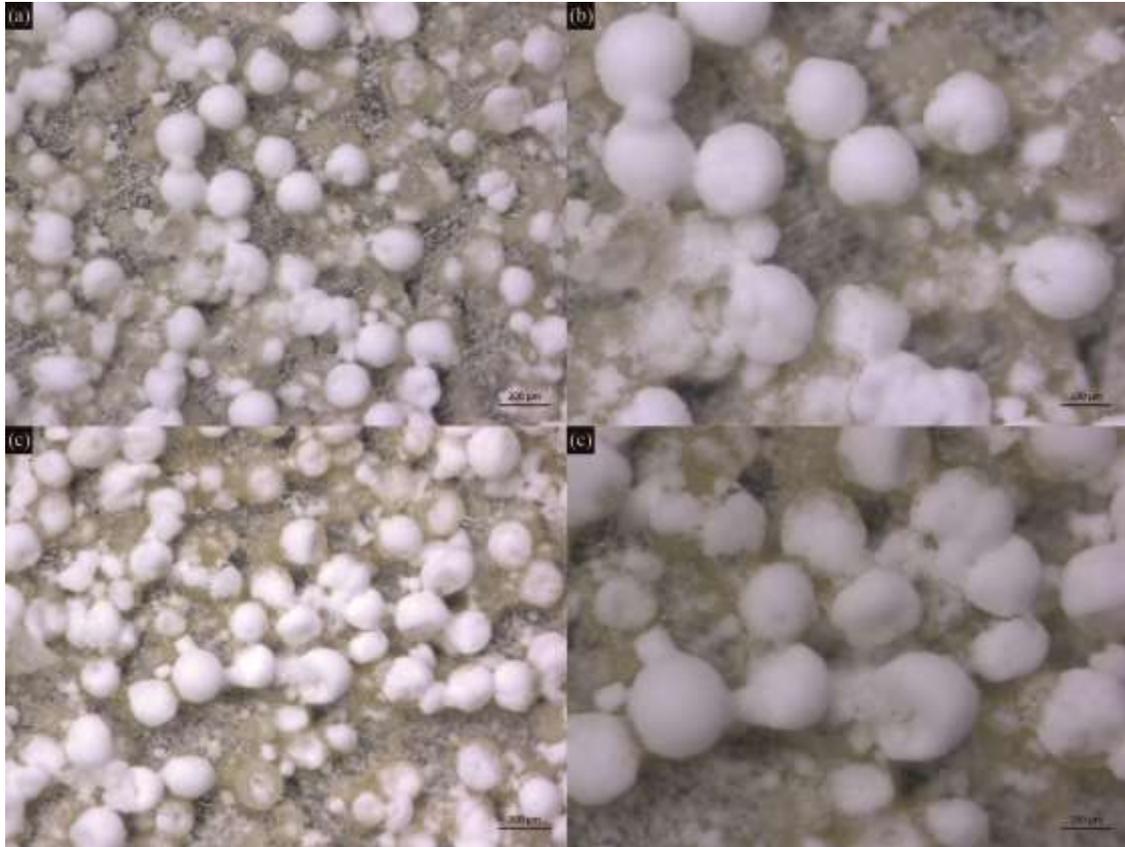


Figura 5

	sem exposição	24 hrs.	48 hrs.	72 hrs.	96 hrs.	168 hrs.	240 hrs.	336 hrs.	432 hrs.	576 hrs.	744 hrs.	1008 hrs.
MPMF	140°	143°	142°	143°	143°	148°	137°	140°	142°	140°	142°	138°

Figura 6

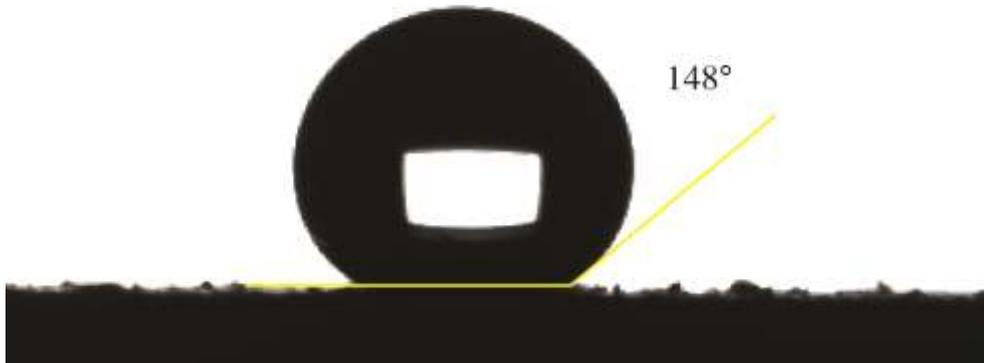


Figura 7

	Sem exposição	24 hrs.	48 hrs.	72 hrs.	96 hrs.	168 hrs.	240 hrs.	336 hrs.	432 hrs.	576 hrs.	744 hrs.	1008 hrs.
MPMF	10°	7°	8°	9°	11°	8°	8°	11°	7°	9°	7°	6°

Figura 8



Figura 9

	Ra (µm)											
	Sem exposição	24 hrs.	48 hrs.	72 hrs.	96 hrs.	168 hrs.	240 hrs.	336 hrs.	432 hrs.	576 hrs.	744 hrs.	1008 hrs.
MPMF	27	23,7	20,4	26	20,2	18,9	18,2	23	22,7	20,2	23,3	20

Resumo**PROCESSO DE REVESTIMENTO DE SUPERFÍCIE, USO DE
MICROPARTÍCULAS POLIMÉRICAS DE MELAMINA FORMALDEÍDO E KIT
DE REVESTIMENTO DE SUPERFÍCIE.**

A presente invenção descreve um processo de revestimento de superfície que compreende uma chapa metálica e três camadas: camada de verniz, camada de micropartículas poliméricas de melamina formaldeído e camada de silano em que as ditas superfícies são selecionadas entre edifícios comerciais e residenciais, casas, tapumes de construções, telhados, grades, portões, sacadas, portas, janelas e vasos de plantas. Mais especificamente, a presente invenção descreve o uso das micropartículas poliméricas de melamina formaldeído para revestimento de superfície. E, ainda mais especificamente, um kit de revestimento de superfície. A presente invenção se situa nos campos da engenharia química, construção civil, arquitetura, urbanismo, design de produtos.