

COMPOSIÇÃO DE REVESTIMENTO DE SUBSTRATOS, MÉTODOS E SEUS USOS

Domínio técnico

[0001] A presente descrição diz respeito a novos revestimentos para substratos, nomeadamente a aplicação de revestimentos em substratos de vidro, acrílico, metal ou suas combinações, em particular painéis, de preferência painéis ou células solares, métodos de aplicação e respetivos usos.

Antecedentes

[0002] Com o passar do tempo e dependendo do ambiente, o vidro dos painéis solares vai-se sujando, levando a uma redução na produção de energia. Os painéis necessitam de manutenção, principalmente de lavagens regulares para retirar a sujidade acumulada.

[0003] Os painéis solares, por se encontrarem na horizontal ou com pouca inclinação em relação ao solo, acumulam facilmente sujidade, águas das chuvas, animais, entre outros, o que provoca uma diminuição no aproveitamento da energia solar e, consequentemente, uma perda de eficácia na produção de energia. Tal como verificado, ao fim de seis meses, os painéis solares perdem cerca de 50% de eficiência devido à sujidade e às partículas que se acumulam (Adinoyi MJ, Said SAM. *Effect of dust accumulation on the power outputs of solar photovoltaic modules*, Elsevier J Renew Energy 2013:633–6).

[0004] Para ultrapassar este problema existem já no estado da técnica alguns revestimentos de painéis solares de forma a aumentar a eficiência desta fonte de energia renovável. No entanto, os revestimentos existentes são pouco eficazes, no sentido em que permitem a acumulação de sujidade nos painéis e/ou exigem lavagens frequentes a fim de manter os painéis funcionais.

[0005] No Estado da Técnica é comum encontrar-se óxido de titânio, tanto hidrofóbico como hidrofílico, em revestimentos de painéis solares, o que faz com que a autolimpeza seja extremamente lenta. O óxido de titânio, TiO_2 , devido à sua reatividade degrada os compostos orgânicos, mas não consegue degradar e remover os depósitos inorgânicos, que constituem a maioria da sujidade em painéis de parques solares e em zonas desérticas, tais como poeiras, areias, entre outros. Deste modo, o efeito da existência de TiO_2 no revestimento dos painéis é praticamente nulo.

[0006] Daí a necessidade de desenvolver um produto que lave e ao mesmo tempo deposite uma película protetora para que a sujidade não adira tão facilmente.

[0007] O documento US5310720A descreve um processo para fabricar um dispositivo com circuito integrado pela formação de uma camada de polissilazano planarizado e oxidação para formar uma camada de óxido – descreve uma camada de planarização espessa de dióxido de silício que é resistente ao calor que é fornecido pelo revestimento de uma camada de polissilazano sobre um substrato disparando a camada de polissilazano numa atmosfera contendo oxigénio para converter o polissilazano em dióxido de silício. A temperatura divulgada da conversão é de 400 °C a 450 °C, no entanto é preferida uma temperatura de cozedura ou cura mais elevada com o objetivo de obter uma camada de óxido mais densificada.

[0008] O documento CN107722283A descreve uma resina de vidro hidrofóbica de organossilício ultraduro, refere-se a vidros anti-incrustantes de resina super rígida e método de fabrico, em particular óculos super-rígidos, super-lubrificados, impermeáveis, anti-embaciamento e anti-manchas e o método de fabrico. As principais características técnicas desta resina são superar as desvantagens da baixa resistência à abrasão, absorvendo facilmente a poluição da água e do óleo, e obter um filme super-rígido, o filme super-rígido é produzido pela adição de 5% - 13% de partículas de titânio na solução de endurecimento, além disso, as técnicas de revestimento duro com auxílio de iões são adotadas na produção de filmes anti-refletores multicamadas, que são cobertos com filmes nanométricos de elevado desempenho e, os filmes anti-refletores multicamadas têm compactabilidade e propriedades de deslizamento.

[0009] O documento US5328768A descreve um método e dispositivo nos quais um substrato de vidro é provido de uma superfície não molhante mais durável através de um tratamento com um perfluoroalquilalquilsilano e um telômero de olefina fluorado numa superfície que compreende uma camada de primário de sílica.

[0010] O documento US6153304 descreve um sistema de revestimento hidrofóbico para aplicação a um substrato inorgânico, orgânico ou metálico, nomeadamente artigos de fabrico fornecidos com uma superfície de baixa energia, permanentemente antiaderente, não incrustante e com superfície fóbica de gelo por um sistema de revestimento compreendendo a aplicação de um revestimento primário tendo uma energia superficial de 22-28 dyn/cm² compreendendo um novo material polimérico tendo propriedades antiaderentes e de dureza e depois aplicando um revestimento de topo tendo energia superficial inferior de cerca de 18-21 dyn/cm² compreendendo um polímero de silicone e meios interdigitantes para tornar o revestimento de topo permanente, compreendendo preferivelmente um revestimento duplo ou composto orgânico polifuncional adaptado para molhar a superfície do revestimento primário, ligá-lo química ou fisicamente e acoplar-se à substância polimérica de silicone no revestimento de topo. Os substratos revestidos são resistentes à marcação por graffiti e à aderência por organismos incrustantes marinhos, sendo que o gelo congelado na superfície é facilmente removido.

[0011] Um dos objetivos da presente divulgação é fornecer uma composição de revestimento de painéis solares que evite a acumulação de sujidade na superfície dos painéis, aumentando assim a eficácia do aproveitamento da energia solar.

[0012] Outro objetivo da presente invenção é fornecer uma composição que assegure a eficácia dos painéis solares no mínimo até 12 meses e que pode ir até vários anos, com manutenção mínima, reduzindo assim os custos com lavagens e manutenção.

[0013] Um outro objetivo da invenção é fornecer uma composição biodegradável, anti estática e que reduza o impacto ambiental causado pela manutenção dos painéis solares, nomeadamente no que diz respeito ao desperdício de água.

[0014] Estes factos são descritos de forma a ilustrar o problema técnico visado pela presente invenção.

Descrição Geral

[0015] Numa forma de realização a presente invenção divulga uma composição de revestimento para aumento de rendimento de um substrato, de preferência um painel solar ou uma célula solar; mais de preferência num substrato vítreo; que compreende:

0,1 a 50 % (m/m) de um composto ativo selecionado da seguinte lista: tetraetoxissilano, organosilano, um sal de magnésio, polietilenoglicol, cera de polietileno, polietileno, etileno-acetato de vinilo, silicone, ou suas misturas;

8 a 99 % (m/v) de um solvente selecionado da seguinte lista: água, álcool C₂₋₁₀, acetato de butilo, 1-metoxi-2-propil acetato, 2-butoxietil acetato, 2-(2-butoxietoxi)etil acetato, dipropilenoglicol dimetiléter, dietilenoglicol dibutil éter, ou suas misturas;

em que o silicone é selecionado a partir da seguinte lista: poli[3-((2-aminoetil)amino)propil]metil(dimetil)siloxano, polidimetilsiloxano aminomodificado, aminopropilaminoetilpolisiloxano, polisiloxano alquil aminofuncional, polisiloxano aminofuncional, tetraetoxissilano ou suas misturas; e opcionalmente plastificantes.

[0016] Numa forma de realização a composição descrita na presente divulgação compreende:

0,1 a 50 % (m/m) de um composto ativo;

40 a 99 % (m/v) de um solvente.

[0017] Numa forma de realização o acetato de butilo é acetato de n-butilo ou acetato de t-butilo.

[0018] Numa outra forma de realização a invenção divulga uma composição que compreende:

1 a 50 % (m/m) de um composto ativo;

40 a 99 % (m/v) de um solvente.

[0019] Numa outra forma de realização a invenção divulga uma composição que compreende:

- 5 a 40 % (m/m) de um composto ativo;
- 60 a 90 % (m/v) de um solvente.

[0020] Numa outra forma de realização a invenção divulga uma composição que compreende:

- 30% (m/v) de álcool;
- 0,2% (m/v) de conservante;
- 10% (m/v) de aminopropilaminoetilpolisiloxano;
- opcionalmente outros componentes ou suas misturas;
- e água até perfazer 100% (m/v).

[0021] Numa outra forma de realização a invenção divulga uma composição que compreende:

- 30 a 40% (m/v) de etanol;
- 50% (m/v) de água;
- 10% (m/v) de polidimetilsiloxano aminomodificado; ou
- 10% (m/v) de polisiloxano alquil aminofuncional.

[0022] Numa outra forma de realização a invenção divulga uma composição em que o álcool C₂₋₁₀ é etanol, propanol ou suas misturas.

[0023] Numa outra forma de realização a invenção divulga uma composição em que o composto ativo é um sal de magnésio, cera de polietileno, polietileno, etileno-acetato de vinilo, silicone, ou suas misturas.

[0024] Numa outra forma de realização a invenção divulga uma composição em que o princípio ativo é uma mistura de cera de polietileno, etileno-acetato de vinilo e silicone.

[0025] Numa outra forma de realização a invenção divulga uma composição que compreende ainda:

- 1 a 60% (m/v) de um tensioativo; de preferência um tensioativo não iônico, catiónico, aniônico, ou as suas misturas; de preferência de 1 a 54 % (m/v).

[0026] Numa outra forma de realização a invenção divulga uma composição que compreende:

- 1 a 30% (m/v) de um tensioativo não iónico, de preferência de 5 a 30% (m/v), de maior preferência de 1 a 5% (m/v);
- 1 a 24% (m/v) de um tensioativo catiónico, de preferência de 4 a 24% (m/v), de maior preferência de 1 a 5% (m/v).

[0027] Numa outra forma de realização a invenção divulga uma composição que compreende ainda de 0,1 a 30% (m/v) de plastificante, de preferência de 1 a 30% (m/v) de plastificante, de maior preferência de 1 a 5% (m/v) de plastificante.

[0028] Numa forma de realização o plastificante é cera de polietileno.

[0029] Numa outra forma de realização a invenção divulga uma composição em que o tensioativo não iónico compreende um álcool etoxilado, de preferência álcool C₁₀ etoxilado.

[0030] Numa outra forma de realização a invenção divulga uma composição em que o tensioativo catiónico compreende cloreto alquil metil amina quaternário C₁₂-C₁₄ etoxilado de metilo.

[0031] Numa outra forma de realização a invenção divulga uma composição que compreende pelo menos dois dos seguintes compostos:

- 1 a 30% (m/v) de um tensioativo não iónico que compreende um álcool C₉-C₁₁ etoxilado, de preferência álcool C₁₀ etoxilado; e
- 1 a 24% (m/v) de um tensioativo catiónico: cloreto alquil metil amina quaternário C₁₂-C₁₄ etoxilado de metilo;
- 1 a 30 % (m/v) de um sal de magnésio, cera de polietileno, polietileno, etileno-acetato de vinilo, polietilenoglicol, silicone, tetraetoxissilano, ou suas misturas.

[0032] Numa outra forma de realização a invenção divulga uma composição que compreende todos os seguintes compostos:

- 1 a 30% (m/v) de um tensioativo não iónico que compreende um álcool C₉-C₁₁ etoxilado, de preferência álcool C₁₀ etoxilado; e

1 a 24% (m/v) de um tensioativo catiónico que compreende um cloreto alquil metil amina quaternário C₁₂-C₁₄ etoxilado de metilo;

1 a 30 % (m/v) de um sal de magnésio, cera de polietileno, polietileno, etileno-acetato de vinilo, polietilenoglicol, silicone, tetraetoxissilano, ou suas misturas.

[0033] Numa outra forma de realização a invenção divulga uma composição em que o sal de magnésio é fluoreto de magnésio, fluorsilicato de magnésio, ou suas misturas.

[0034] Numa outra forma de realização a invenção divulga uma composição em que o princípio ativo é uma mistura de um sal de magnésio, cera de polietileno, polietileno, etileno-acetato de vinilo, polietilenoglicol e silicone.

[0035] Numa outra forma de realização a invenção divulga uma composição que compreende ainda de 1 a 20 % (m/v) de tetraetoxissilano.

[0036] Numa outra forma de realização a invenção divulga uma composição em que o substrato é vidro, metal, acrílico ou suas combinações.

[0037] Numa forma de realização, a invenção divulga uma composição em que o substrato é vítreo, de preferência vidro.

[0038] Numa forma de realização a invenção divulga uma composição de revestimento para aumento de rendimento de um painel solar ou de uma célula solar que consiste:

0,1 a 50 % (m/m) de polisilazano;

40 a 99 % (m/v) de um solvente selecionado da seguinte lista: acetato de n-butilo, t-butil acetato, 1-metoxi-2-propil acetato, 2-butoxietyl acetato, 2-(2-butoxietyl)etyl acetato, ou suas misturas, ou suas misturas.

[0039] Numa forma de realização adicional a invenção divulga o uso da composição de revestimento da presente invenção como um agente repelente à sujidade, e como agente hidrostático e hidrofóbico.

[0040] Numa forma de realização a presente divulgação descreve o uso da composição de revestimento da presente invenção como um melhorador do rendimento de um painel solar ou de uma célula solar.

[0041] Em formas de realização adicionais a invenção descreve artigos que compreendem a composição de revestimento da presente invenção.

[0042] Numa outra forma de realização a invenção divulga um artigo de vidro, metal, acrílico ou suas combinações, no qual são depositadas as composições da presente invenção.

[0043] Numa outra forma de realização a invenção divulga um artigo que é uma célula solar ou um painel solar, no qual são depositadas as composições da presente invenção.

Breve descrição das figuras

[0044] Para uma mais fácil compreensão, são apresentadas figuras, as quais representam realizações preferenciais que não pretendem limitar o objeto da presente descrição.

[0045] Figura 1 – Vidro com o revestimento da amostra 4.

[0046] Figura 2a) - Vidro com gota de água; 2b) vidro com gota de diometano.

[0047] Figura 3 – Análise da capacidade de reflectância de amostras específicas.

Descrição detalhada

[0048] A presente descrição diz respeito a novos revestimentos para substratos. Nomeadamente a aplicação dos revestimentos em substratos de vidro, acrílico, metal ou suas combinações, em particular para o aumento do rendimento de painéis solares/células solares. Métodos de aplicação e respetivos usos são também descritos na presente divulgação.

[0049] A presente divulgação descreve uma composição de revestimento de um substrato, de preferência um substrato vítreo, que compreende de 0,1 a 50 % (m/m) de tetraetoxissilano, organosilano, um sal de magnésio, polietilenoglicol, polietileno, cera de polietileno, etileno-acetato de vinilo, silicone, ou suas misturas, de 40 a 99% (m/v) de um solvente e opcionalmente plastificantes.

[0050] A presente divulgação está particularmente descrita usando realizações preferenciais. Portanto, a divulgação não se limita apenas às descrições e ilustrações fornecidas. Estas são usadas para que a divulgação seja suficientemente detalhada e abrangente. Além disso, a intenção dos desenhos é para fins ilustrativos e não para fins limitativos.

[0051] A presente divulgação compreende soluções para revestimento de substratos, em particular de vidro, com propriedades anti sujidade (*anti-soiling*), de preferência para aumentar o rendimento de painéis e/ou células solares, ou para utilização em vidro para janelas ou outras aplicações.

[0052] Numa realização, os revestimentos da presente divulgação limpam e protegem as superfícies da sujidade, tornando-as anti-aderentes, com repelência à sujidade, aumentando de forma surpreendente o rendimento dos painéis solares. Outras superfícies como metais também podem ser protegidos com este tipo de revestimento, protegendo-os de riscos e de oxidações.

[0053] Numa realização, os filmes da presente invenção representam uma camada do revestimento aplicado na superfície de vidro.

[0054] Numa realização, existe a necessidade de os painéis já saírem de fábrica com o revestimento da presente invenção aplicado, de forma a evitar a necessidade constante de lavagem, como se pode observar pela aplicação dos revestimentos dos exemplos 4 a 14.

[0055] Numa realização, as soluções são revestimentos para superfícies como vidros (qualquer tipo), acrílicos, metais e todo o tipo de materiais.

[0056] Numa realização, a metodologia da presente descrição compreende a seguinte mistura: tensioativos (não iónicos, aniónicos ou catiónicos), solventes, agentes quelantes, polímeros, silanos, orto silicatos, partículas, organosilanos e suas combinações.

[0057] Numa realização, a aplicação das soluções nas superfícies varia entre 1ml e 500ml por m², sendo efetuada por spray, *dipping* ou outro.

[0058] Numa realização a metodologia da presente descrição compreende a seguinte lista de solventes: água, n-propanol, etanol, n-butil acetato, t-butil acetato, 1-metoxi-2-propil acetato (MPA), 2-butoxietil acetato (BGA), 2-(2-butoxietoxi)etil acetato (BDGA), dipropilenoglicol dimetiléter, dietilenoglicol dibutil éter.

[0059] Numa realização, os princípios ativos podem ser: polímeros, tais como: polietilenoglicol, cera de polietileno, polietileno, etileno-acetato de vinilo, silicone, vinil; partículas, tais como: fluorsilicato de magnésio, sílica, magnésio; silanos, tais como: polidimetilsiloxano aminomodificado, poli[3-((2-aminoetil)amino)propil]metil(dimetil)siloxano hidroxiterminado, 3-aminopropiltrimetoxisilano, aminopropilaminoetilpolisiloxano, 3-[[2-aminoetil)amino]propil polidimetilsiloxano aminomodificado, 3-aminopropilmetildietoxisilano, 3-aminopropiltriethoxisilano, viniltrimetoxisilano, ortosilicatos, tetraetoxissilano; plastificantes, tais como: poliéter polisiloxano modificado, resina acrílica termoplástica, butirato de acetato celulose.

[0060] Numa realização, os agentes quelantes podem ser os seguintes:

HEDP (ácido etidróico), ATMP (ácido (aminotris)metilenofosfónico), DTPMP (ácido dietilenotriaminopenta(metilenofosfónico)), HDTMP (ácido hexadiaminotetra(metilenofosfónico)), HEMPA (ácido hidroxietilamino-di(metilenofosfónico)), PBTC (ácido 2-fosfonobutano -1,2,4-tricarboxílico), BHMTMP (ácido bis(hexametileno)triamino-pentakis(metilfosfónico)), EDTA (ácido etilenodiaminotetraacético), (MGDA) sal trissódico do ácido metilglicinidiacético, NTA (ácido nitrilotriacético), ou suas misturas.

[0061] Numa realização, a composição descrita na presente divulgação pode ainda compreender agentes tensioativos selecionados da seguinte lista:

- Tensioativos não iónicos, tais como: álcool gordo etoxilado 7 mol de óxido de etileno (doravante "EO"), álcool C₉-C₁₁ etoxilado, álcool C₁₀ etoxilado, álcool C₉₋₁₁ etoxilado, álcool C₉₋₁₁ etoxilado (4 EO), álcool C₉₋₁₁ etoxilado (6 EO), álcool C₉₋₁₁ etoxilado (8 EO), álcool C₉₋₁₁ etoxilado <2,5 EO, álcool C₁₆-C₁₈ etoxilado, álcool C₁₂-C₁₄ etoxilados propoxilados, álcool C₁₂-C₁₄ etoxilados (1-2,5 EO), álcool C₁₂-C₁₄ etoxilado (1-6 EO), álcool C₁₂-C₁₄ etoxilado, álcool C₁₂-C₁₄, etoxilado (5-15 EO), álcool C₁₆-C₁₈ etoxilado,

álcool C₆-C₁₂ etoxilados, álcool C₁₁-C₁₃ ramificado etoxilado, álcool C₉-C₁₁ etoxilado, alquilamida etoxilada, alquilamina etoxilada 2EO, alquilamina etoxilada, propilamina, amidas C₁₂-C₁₈ e C₁₈ insaturado, N-(hidroxietil)etoxiladas, amina cocoil alquil etoxilada, aminas alquil sebo etoxiladas (> 5 OE), aminas alquil sebo etoxiladas (1 - 4,5 EO), aminas alquil sebo etoxiladas (10-15 EO), aminas N-sebo alquiltrimetilenedi- etoxiladas, aminas sebo alquil propoxiladas etoxiladas, etilenodiamina etoxilada e propoxilada (1-8,5 EO), glicerina etoxilada, ésteres com ácido acrílico etoxilados de lanolina de oleilamina etoxilada (30 moles EO).

- Tensioativos aniônicos: dodecilo xipoli(etileneoxi)sulfato de etilo, sal de sódio acidilsulfônico, hidroxialcano C₁₄-C₁₆ e hidroxialqueno C₁₄-C₁₆, ácido sulfônico (LABSA), alquilpoliglucósidos, sulfosuccinato dissódico lauril, lauril sarcosinato de sódio, lauril sulfato de sódio, sulfato de sódio 2-etilhexil, glutamato de cocoíl sódico.
- Tensioativos catiónicos, tais como: cloreto de metilo quaternário C₁₂-C₁₄, alquilmetilamina etoxilado, ácidos gordos C₁₀-C₂₀ e C₁₆-C₁₈, amina de coco quaternária etoxilada, alquilmetilamina quaternária C₁₂-C₁₄ etoxilada, cloreto de metilo; compostos quaternários de amônio: (2-amino-2-oxoetil)bis(hidroxietil)sebo de alquilo etoxilado, cloretos, compostos de amina quaternária, compostos de amina quaternária (C₁₆-C₁₈ e C₁₈-insaturadas, alquil)trimetil, cloretos de alquildimetilbenzilo C₁₂-C₁₆, benzil-alquil-C₁₀-C₁₆, benzil-alquilsulfato de C₁₀-C₁₆, benzilo-C₁₂-C₁₈, alquildimetil, tiocianatos, benzil-C₁₄-C₁₈-alquildimetilo, compostos de amina quaternária, bis(alquil de sebo hidrogenado) dimetilo, alquiletildimetil, sulfatos de etilo, alquiltrimetil C₁₆-C₁₈, C₂₀-C₂₂-alquiltrimetil, alquilbis de coco (hidroxietil)metilo, alquiltrimetilo de côco, sulfatos de metilo.

[0062] Numa realização a metodologia da presente descrição compreende ainda a seguinte lista de reagentes conservantes: cloreto de benzalcónio, cloreto de didecildimetilamónio, metilisotiazolinona, isotiazolinona.

EXEMPLOS

[0063] Os seguintes exemplos servem para ilustrar algumas formas de realização da presente invenção, não sendo limitativos.

[0064] Todos os exemplos que se seguem foram levados a cabo depositando as composições descritas na presente divulgação sobre vidro.

[0065] O parâmetro analisado foi o ângulo formado pela água e diometano quando em contacto com a superfície de vidro de um painel solar. Este parâmetro é utilizado porque através deste método e desta técnica é possível medir o efeito hidrofóbico do revestimento através do seu ângulo de contacto, obtendo-se assim um valor de repelência em ângulo.

[0066] A aplicação dos revestimentos da presente invenção noutros substratos faz também parte do âmbito de aplicação da invenção, nomeadamente em metal devido à formulação do produto finalizado. A aplicação do revestimento em metal evita a oxidação e a formação de pátina nos metais. A pátina é uma substância química que se forma naturalmente, pela exposição dos metais aos elementos e ao clima.

[0067] No âmbito da presente invenção foram produzidas as seguintes amostras, em diferentes modos de realização:

[0068] **Amostra 1:** Numa realização, adiciona-se 89,8% (m/v) de água, de seguida adiciona-se 0,2% (m/v) de conservante e agita-se. Na solução anterior sob agitação adiciona-se 1% (m/v) de DTPMP - seguidamente 5% (m/v) de álcool C₉₋₁₁ etoxilado, álcool C₁₀ etoxilado e de seguida 4% (m/v) de cloreto alquil metil amina quaternário C₁₂-C₁₄ etoxilado de metilo. Agitar durante 20 minutos.

[0069] **Amostra 2:** Numa realização, adiciona-se 85,8% (m/v) de água, de seguida adiciona-se 0,2% (m/v) de conservante e agita-se. Na solução anterior sob agitação adiciona-se 1% (m/v) de DTPMP, seguidamente 5% (m/v) de álcool C₉₋₁₁ etoxilado, álcool C₁₀ etoxilado e de seguida 4% (m/v) de cloreto alquil metil amina quaternário C₁₂-C₁₄ etoxilado de metilo. No fim adiciona-se 3% (m/v) cera de polietileno e 1% (m/v) de tetraetoxissilano, sobre agitação contínua. Agitar durante 20 minutos.

[0070] **Amostra 3:** Numa realização, adiciona-se 85,8% (m/v) de água/álcool, de seguida adiciona-se 0,2% (m/v) de conservante e agita-se. Na solução anterior sob agitação adiciona-se 1% (m/v) de DTPMP, seguidamente 5% (m/v) de álcool C₉₋₁₁ etoxilado, álcool C₁₀ etoxilado e de seguida 4% (m/v) de cloreto alquil metil amina quaternário C_{12-C14} etoxilado de metilo. No fim adiciona-se 5% (m/v) de cera de polietileno sobre agitação contínua. Agitar durante 20 minutos.

[0071] **Amostra 4:** Numa realização, adiciona-se 98,5% (m/v) de N-propanol, de seguida adiciona-se 1,5% (m/v) de polidimetilsiloxano aminomodificado ou tetraetoxissilano.

[0072] **Amostra 5:** Numa realização, adiciona-se 93,5% (m/v) de N-propanol, de seguida adiciona-se 1,5% (m/v) de tetraetoxissilano, 2% (m/v) fluorsilicato de magnésio, 3% (m/v) de polietilenoglicol sobre agitação contínua. Agitar durante 20 minutos.

[0073] **Amostra 6:** Numa realização, adiciona-se 89.8% (m/v) de água ou álcool, de seguida adiciona-se 0,2% (m/v) de conservante e agita-se. Na solução anterior sob agitação adiciona-se 10% (m/v) polidimetilsiloxano aminomodificado sobre agitação contínua. Acertar o pH a 4,0 a 5,5. Agitar durante 20 minutos.

[0074] **Amostra 7:** Numa realização, adiciona-se 79% (m/v) de acetato de n-butilo, de seguida adiciona-se 20% (m/v) polisilazanos e 1% de 3-[(2-aminoetil)amino]propil, polidimetilsiloxano aminomodificado, com agitação contínua. Agitar durante 10 minutos.

[0075] **Amostra 8:** Numa realização, adiciona-se 60% (m/v) de acetato de n-butilo, de seguida adiciona-se 40% (m/v) de polisilazanos sobre agitação contínua. Agitar durante 10 minutos.

[0076] **Amostra 9:** Numa realização, adiciona-se 40% (m/v) de acetato de n-butilo e 20% (m/v) de N-propanol de seguida adiciona-se 40% (m/v) de polisilazanos sobre agitação contínua. Agitar durante 10 minutos. Foi verificado que, depois de aplicado numa amostra de vidro, o produto não polimerizou uniformemente na amostra. De notar, ainda, que os polisilazanos reagem com álcoois, como o caso do N-propanol, libertando hidrogénio e amónia.

[0077] **Amostra 10:** Numa realização, adiciona-se 98% (m/v) de N-propanol ou etanol, de seguida adiciona-se 2% (m/v) de grupo funcional epóxi: (3-glicidoxipropiltrimetoxisilano ou 3-aminopropiltriethoxisilano).

[0078] **Amostra 11:** Numa realização, adiciona-se 98% (m/v) de N-propanol ou etanol, de seguida adiciona-se de grupo funcional acrilato: 2% (m/v) de 3-(Trimetoxisilil)propil metacrilato.

[0079] **Amostra 12:** Numa realização, adiciona-se 74,8% (m/v) de água ou álcool, de seguida adiciona-se 0,2% (m/v) de conservante e agita-se. Na solução anterior sob agitação adiciona-se 1% (m/v) de DTPMP, seguidamente 5% de álcool C₉₋₁₁ etoxilado, álcool C₁₀ etoxilado e de seguida 4% (m/v) de cloreto alquil metil amina quaternário C₁₂-C₁₄ etoxilado de metilo. Adiciona-se 2% (m/v) de fluorsilicato de magnésio, 3% (m/v) de cera de polietileno sobre agitação contínua. No final adiciona-se 10% (m/v) de polisiloxano alquil aminofuncional ou polidimetilsiloxano aminomodificado. Agitar durante 20 minutos.

[0080] **Amostra 13:** Numa realização, adiciona-se 68% (m/v) de butilglicol e 30% (m/v) de água ou álcool. Na solução anterior sob agitação adiciona-se 2% (m/v) polisiloxano aminofuncional sobre agitação contínua. Acertar o pH a 4,0 a 5,5. Agitar durante 20 minutos.

[0081] **Amostra 14:** Numa realização, adiciona-se 30-40% (m/v) de etanol e 50% (m/v) de água, de seguida adiciona-se 10% (m/v) polidimetilsiloxano aminomodificado ou 10% (m/v) polisiloxano alquil aminofuncional sobre agitação contínua. Acertar o pH a 4,0 a 5,5. Agitar durante 20 minutos.

[0082] **Amostra 15:** Numa realização, a amostra 3 pode ser preparada de forma concentrada para posterior diluição. Adiciona-se 9,6% (m/v) de solvente, de preferência água ou etanol, de seguida adiciona-se 0,4% (m/v) de conservante e agita-se. Na solução anterior sob agitação adiciona-se 6% (m/v) de DTPMP, seguidamente 30% (m/v) de álcool C₉-C₁₁ etoxilado, álcool C₁₀ etoxilado e de seguida 24% (m/v) de cloreto alquil metil amina quaternário C₁₂-C₁₄ etoxilado de metilo. Adiciona-se, também, 30% (m/v)

de cera de polietileno sobre agitação contínua. A amostra assim preparada pode ser armazenada e posteriormente diluída aquando a sua utilização.

[0083] Numa forma de realização foram aplicados alguns testes, com a finalidade de verificar se as composições de revestimento de substratos da presente invenção são efetivamente hidrofóbicas, resistentes à exposição a raios ultravioleta (UV), resistentes à temperatura e resistentes ao atrito causado pela areia.

[0084] Numa realização, a figura 3 demonstra que o uso das composições da presente divulgação nos substratos em que são aplicados provoca uma diminuição da reflectância em todos os espectros (Amostra 1-15). A tabela abaixo identifica a média de diminuição da reflectância de cada uma das amostras referidas em relação ao vidro:

Tabela 1 - Média de diminuição em relação ao vidro

Amostra 6	Amostra 8	Amostra 3
0,748%	0,817%	0,409%

Teste 1 – Hidrofobicidade

[0085] O objetivo deste teste é aferir o nível de hidrofobicidade da superfície do vidro, considerando-se um valor aceitável a partir de 70.

[0086] Neste teste foi efetuada uma análise da tensão de superfície, utilizando a metodologia de medição do ângulo de contato. Esta medida avalia a intensidade do contato entre substâncias líquidas e sólidas nos revestimentos. A relação entre o ângulo de contato (θ), a energia livre da superfície sólida (γ_{SA}), a tensão interfacial entre líquido e sólido (γ_{LS}) e a energia livre da superfície do líquido (γ_{LA}), definem a equação de Young ($\gamma_{SA} = \gamma_{SL} + \gamma_{LA} \cos \theta$). A energia superficial total (γ) pode ser obtida como a soma de um componente de dispersão (γ_d) e um componente polar (γ_p). A energia interfacial (γ_{SL}) entre um líquido e um substrato pode ser avaliada da seguinte forma:

$$\gamma_{SL} = \gamma_{SA} + \gamma_{LA} - 2\sqrt{\gamma_S^d \gamma_L^d} - 2\sqrt{\gamma_S^p \gamma_L^p}$$

[0087] Onde γ_d é o componente dispersivo e γ_p é o componente polar. Combinando a equação acima com os resultados da equação Young, surge:

$$(1 + \cos \theta_0) \gamma_{LA} = 2\sqrt{\gamma_S^d \gamma_L^d} - 2\sqrt{\gamma_S^p \gamma_L^p}$$

[0088] Assim, na Tabela 2 são identificados os valores dos ângulos medidos com água e diometano em cada uma das amostras da presente invenção.

Tabela 2 – Indicadores de hidrofobicidade da superfície do vidro através da medição do ângulo de contacto do vidro com a água e ângulo de contacto do vidro com o diometano e poder de lavagem.

Amostra	Ângulo com água (°)	Ângulo com diometano (°)	Poder de lavagem
Vidro	42	45	-
Vidro com Amostra 1	42	45	sim
Vidro com Amostra 2	51	53	sim
Vidro com Amostra 4	107	96	não
Vidro com Amostra 6	93	71	não
Vidro com Amostra 8	93	69	não
Vidro com Amostra 9	62	57	não
Vidro com Amostra 10	48	47	não
Vidro com Amostra 11	46	43	não
Vidro com Amostra 12	86	68	sim
Vidro com Amostra 13	92	70	não
Vidro com Amostra 14	95	73	não

[0089] Na análise da tabela 2, “poder de lavagem” significa a capacidade de lavar o vidro através da presença ou ausência de tensoativos.

[0090] Apesar de a amostra 4 ter um valor de hidrofobicidade melhor, as amostras 6 e 8 têm uma maior estabilidade da solução a longo prazo, tal como se pode observar nos testes da presente invenção.

Teste 2 - Resistência à exposição UV

[0091] O objetivo deste teste é aferir o nível de resistência da superfície do vidro à exposição UV, considerando-se um valor aceitável a partir de 70.

[0092] A metodologia utilizada foi a exposição direta da superfície de vidro de um painel solar, com e sem os revestimentos da invenção. As condições utilizadas foram as seguintes:

Lâmpada UV: UVA 340 nm

Irradiação: 0,76 W/m²

Temperatura: 60 °C.

[0093] Este teste foi baseado na norma ISO 4892-3 (2016). Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 3 abaixo.

Tabela 3 – Indicadores de resistência à exposição UV através da medição do ângulo de contacto das amostras sujeitas a 100 horas, 200 horas e 300 horas de exposição a luz UVA.

Ângulo com água (°)					
Exposição UV	Vidro	Vidro com Amostra 3	Vidro com Amostra 4	Vidro com Amostra 6	Vidro com Amostra 8
0H	42	51	107	93	93
100H	-	25	90	98	97
200H	-	59	64	70	93
300H	-	23	52	86	92

Ângulo com diometano (°)					
Exposição UV	Vidro	Vidro com Amostra 3	Vidro com Amostra 4	Vidro com Amostra 6	Vidro com Amostra 8
0H	45	53	96	71	69
100H	-	52	84	74	67
200H	-	56	69	69	69
300H	-	53	66	70	68

[0094] Através deste teste conseguimos simular se os filmes sofrem alguma degradação em contacto com a luz UV, tendo como fator de degradação a diminuição do ângulo de contacto. Analisando a tabela conclui-se que a amostra 4 foi a única que mostrou alguma alteração de valores considerável, mostrando assim que com a exposição UV há alguma degradação.

Teste 3 - Resistência à temperatura

[0095] O objetivo deste teste é aferir o nível de resistência da superfície do vidro à temperatura, considerando-se um valor aceitável a partir de 70.

[0096] As amostras foram sujeitas a 50 ciclos térmicos, sob as seguintes condições:

Rampa de temperatura = -40 °C a 85 °C

Humidade = 0%.

Tabela 4 – Indicadores de Resistência à temperatura através da medição do ângulo de contacto das amostras.

Ângulo com água (°)					
	Vidro	Vidro com Amostra 3	Vidro com Amostra 4	Vidro com Amostra 6	Vidro com Amostra 8
Início	43	51	107	93	93
Total de ciclos: 50	-	55	110	104	94

Ângulo com diometano (°)					
	Vidro	Vidro com Amostra 3	Vidro com Amostra 4	Vidro com Amostra 6	Vidro com Amostra 8
Início	45	53	96	71	69
Total de ciclos: 50	-	52	94	74	67

[0097] Através deste teste conseguimos simular se os filmes sofrem alguma degradação com ciclos de temperatura, tendo como fator de degradação a diminuição do ângulo de contacto. Analisando a tabela nenhuma das amostras apresenta degradação aos ciclos térmicos.

Teste 4 – Resistência ao atrito de areia

[0098] O objetivo deste teste é simular o atrito de areia na superfície do filme, simulando uma tempestade de areia, considerando-se um valor aceitável a partir de 70.

[0099] Foram utilizados neste teste as seguintes condições:

Velocidade de agitação = 300 rpm

Tempo = 3 min

Material abrasivo = coríndon branco de 40 µm de diâmetro

Temperatura ambiente

Tabela 5 – Ângulo de contacto das amostras sujeitas ao teste de areia.

Ângulo com água (°)					
	Vidro	Vidro com Amostra 3	Vidro com Amostra 4	Vidro com Amostra 6	Vidro com Amostra 8
Início	43	51	107	93	93
Final	55	66	111	103	95

Ângulo com diometano (°)					
	Vidro	Vidro com Amostra 3	Vidro com Amostra 4	Vidro com Amostra 6	Vidro com Amostra 8
Início	45	53	96	71	69
Final	50	45	88	70	64

[00100] O teste da areia é realizado para simular o atrito que a areia provoca quando os painéis estão instalados em zonas desérticas, onde são frequentes fenómenos naturais tais como tempestades de areia. Desta forma, é possível analisar a resistência dos filmes ao atrito que a areia causa aos filmes.

[00101] Através deste teste é possível verificar se os filmes sofrem alguma degradação com o atrito da areia na sua superfície, tendo como indicador de degradação a diminuição do ângulo de contacto. Analisando os resultados apresentados na tabela, nenhuma das amostras apresenta uma degradação significativa perante o atrito da areia.

Teste 5 – Avaliação da compatibilidade entre a Amostra 3 e os materiais

[00102] O objetivo deste teste foi analisar o efeito da amostra 3 sobre os materiais que compõem os painéis solares. Para este efeito foram selecionados dois materiais diferentes, tais como vidro e plástico, para o teste experimental.

[00103] Numa primeira experiência, os materiais foram imersos numa solução da amostra 3 (concentrada, sem diluição) durante oito dias (192 h) e foi realizada uma

análise de microscopia eletrônica de varrimento (MEV) com espectroscopia de raios-X de energia dispersiva (EDX/EDS). O dióxido de silício (SiO_2) e o polimetacrilato (PMMA) foram depositados independentemente em duas placas diferentes.

[00104] O dióxido de silício e polimetacrilato foram utilizados para mimetizar o vidro e o polímero, respetivamente, que se encontram na composição de um painel solar. Para testar o efeito da amostra 3 sobre os diferentes materiais que compõem um painel solar, os materiais do produto de lavagem foram imersos durante oito dias (192 h).

[00105] A caracterização dos materiais baseou-se na medição da sua espessura, antes e depois da submersão na solução da amostra 3. A espessura das camadas foi medida usando um perfilómetro ótico.

[00106] A espessura das camadas SiO_2 e PMMA testadas permaneceu constante após os materiais estarem submersos na solução da amostra 3 durante oito dias. É possível concluir que a amostra 3 não interfere com a espessura dos materiais SiO_2 e PMMA durante o período de tempo dos testes.

[00107] Mesmo usando a amostra 3 concentrada, sem diluição e emergindo os materiais depois de 8 dias não se verificou qualquer influência sobre os materiais.

[00108] Conclui-se assim que a utilização da amostra 3 na limpeza de painéis solares não causará nenhum efeito de degradação ou deterioração dos materiais constituintes do painel.

[00109] A presente invenção não é, naturalmente, de modo algum restrita às realizações descritas neste documento e uma pessoa com conhecimentos médios da área poderá prever muitas possibilidades de modificação da mesma e de substituições de características técnicas por outras equivalentes, dependendo dos requisitos de cada situação, tal como definido nas reivindicações anexas.

[00110] As seguintes reivindicações definem adicionalmente realizações preferenciais.