



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

(11) BR 112012018396-6 B1



(22) Data do Depósito: 16/12/2010

(45) Data de Concessão: 01/06/2021

(54) Título: PROCESSO PARA O REVESTIMENTO DE UMA FIBRA ÓPTICA

(51) Int.Cl.: C03C 25/10; C03C 25/32; C03C 25/62.

(30) Prioridade Unionista: 17/12/2009 US 61/287,567.

(73) Titular(es): DSM IP ASSETS B.V..

(72) Inventor(es): TIMOTHY EDWARD BISHOP; KEQI GAN.

(86) Pedido PCT: PCT US2010060652 de 16/12/2010

(87) Publicação PCT: WO 2011/075549 de 23/06/2011

(85) Data do Início da Fase Nacional: 18/06/2012

(57) Resumo: CURA POR LED DE COMPOSIÇÕES DE REVESTIMENTO DE FIBRA ÓPTICA CURÁVEIS POR RADIAÇÃO. Uma composição de revestimento curável por radiação para uma fibra óptica que compreende: pelo menos um oligômero de (met) acrilato de uretano, pelo menos um monômero diluente reativo e pelo menos um foto indicador é descrito e reivindicado. A composição é capaz de sofrer fotopolimerização quando revestida em uma fibra óptica e quando irradiada por um doido emissor de luz (LED), tendo um comprimento de onda de cerca de 100 nm a cerca de 900 nm, para fornecer um revestimento curado sobre a fibra óptica, com o revestimento curado tendo uma superfície superior, e o revestimento curado tendo um percentual de Insaturação de Acrilato Reagido (% RAU) na superfície superior de cerca de 60% ou maior. Também são descritos e reivindicados o processo para o revestimento de uma fibra óptica com o revestimento curável por LED para fibra óptica e uma fibra óptica revestida onde o revestimento foi curado por aplicação de luz de LED.

"PROCESSO PARA O REVESTIMENTO DE UMA FIBRA ÓPTICA"Referência Cruzada a Pedidos de Patente Relacionados

[001]Este pedido de patente reivindica a prioridade para o Pedido de Patente Provisório US No. 61/287.567 depositado em 17 de Dezembro de 2009, que é incorporado aqui por referência na sua totalidade.

Campo da Invenção

[002]A presente invenção refere-se a revestimentos curáveis por radiação para fibra óptica e métodos de formulação destas composições.

Antecedentes da Invenção

[003]O uso de lâmpadas de arco de mercúrio ultravioletas para emitir luz ultravioleta adequada para curar os revestimentos curáveis por radiação aplicados à fibra óptica é bem conhecido. As lâmpadas de arco ultravioleta emitem luz pelo uso de um arco elétrico para excitar o mercúrio que reside no interior de um ambiente de gás inerte (por exemplo, argônio) para gerar luz ultravioleta que efetua a cura. Alternativamente, a energia de micro-ondas pode também ser usada para excitar as lâmpadas de mercúrio em um meio de gás inerte para gerar a luz ultravioleta. Ao longo deste pedido de patente, as lâmpadas de mercúrio excitadas por arco e excitadas por micro-ondas, além de várias formas modificadas aditivas (metais ferrosos, Gálio, etc.) destas lâmpadas de mercúrio são identificadas como lâmpadas de mercúrio.

[004]No entanto, o uso de lâmpadas de mercúrio de ultravioleta como uma fonte de radiação sofre várias desvantagens, incluindo as questões ambientais do mercúrio e a geração de ozônio como um subproduto. Além disso, as

lâmpadas de mercúrio normalmente têm uma baixa razão de conversão de energia, exigem tempo de aquecimento, geram calor durante a operação, e consomem uma grande quantidade de energia quando comparadas com LED. {Na produção de fibra óptica revestida, o calor gerado pelas lâmpadas de mercúrio de UV pode impactar negativamente o revestimento líquido pelo fato de que se o revestimento não é formulado para evitar a presença de voláteis, estes voláteis podem ser excitados e se depositam sobre a superfície do tubo de quartzo, bloqueando os raios UV a partir de irradiação do revestimento líquido sobre a fibra de vidro que inibe a cura do revestimento líquido para um sólido.}. Por conseguinte, as fontes de radiação alternativas estão sendo investigadas.

[005]Os diodos emissores de luz (LEDs) são dispositivos semicondutores que usam o fenômeno da eletroluminescência para gerar luz. Os LEDs consistem em um material semicondutor dopado com impurezas para criar uma junção p-n capaz de emitir luz na medida em que as vacâncias positivas se unem com elétrons negativos quando a tensão é aplicada. O comprimento de onda de luz emitida é determinado pelos materiais usados na região ativa do semicondutor. Os materiais típicos usados em semicondutores de LEDs incluem, por exemplo, os elementos dos Grupos 13 (III) e 15 (V) da tabela periódica. Esses semicondutores são referidos como semicondutores III-V e incluem, por exemplo, semicondutores GaAs, GaP, GaAsP, AlGaAs, InGaAsP, AlGaInP, e InGaN. Outros exemplos de semicondutores usados em LEDs incluem os compostos do Grupo 14 (semicondutores de IV-IV) e do Grupo 12-16 (II-VI). A escolha dos materiais é baseada em

múltiplos fatores, incluindo comprimento de onda de emissão desejado, parâmetros de desempenho, e custo.

[006] Os LEDs recentemente têm usado o arseneto de gálio (GaAs) para emitir radiação do infravermelho (IR) e luz vermelha de baixa intensidade. Avanços na ciência dos materiais têm levado ao desenvolvimento de LEDs capazes de emitir luz com uma intensidade mais elevada e comprimentos de onda mais curtos, inclusive de outras cores de luz visível e Luz UV. É possível criar LEDs que emitem luz em qualquer lugar de um baixo comprimento de onda a cerca de 100 nm a um alto, de cerca de 900nm. Atualmente, fontes de luz UV de LED conhecidas emitem luz a comprimentos de onda entre cerca de 300 e cerca de 475 nm, com 365 nm, 390 nm e 395 nm, sendo as produções espectrais de pico comuns. Veja livros didáticos, "Light-Emitting Diodes", de E. Fred Schubert, 2^a Edição, © E. Fred Schubert 2006, publicado pela Cambridge University Press.

[007] As lâmpadas de LED oferecem vantagens sobre as lâmpadas de mercúrio em aplicações de cura. Por exemplo, as lâmpadas de LED não usam o mercúrio para gerar luz UV e são tipicamente menos volumosas do que as lâmpadas de arco UV de mercúrio. Além disso, as lâmpadas de LED são fontes on/off instantâneas que não exigem tempo de aquecimento, o que contribui para o consumo de baixa energia de lâmpadas de LED. As lâmpadas de LED também geram muito menos calor, com maior eficiência de conversão de energia, têm tempos de vida mais longos da lâmpada e são essencialmente monocromáticas emitindo um comprimento de onda de luz desejado que é regulado pela escolha de materiais semicondutores empregados no LED.

[008]Vários fabricantes oferecem lâmpadas de LED para aplicações de cura comercial. Por exemplo, Phoseon Technology. Summit UV Honle UV America, Inc., 1ST Metz GmbH, Jenton International Ltd., Lumios Solutions Ltd., Solid UV Inc., Seoul Optodevice Co., Ltd, Spectronics Corporation, Luminus Devices Inc., e Clearstone Technologies, são alguns dos fabricantes que atualmente oferecem lâmpadas de LED para a cura de composições de impressão de jato de tinta, composições de revestimento de pavimentos de PVC, composições de revestimento de metal, composição de revestimento de plástico e composições adesivas.

[009]Nas aplicações de cura UV conhecidas para o trabalho dental, existem dispositivos de cura de LED existentes disponíveis. Um exemplo de um dispositivo de cura conhecido para trabalho dental é o LED Elipar™ FreeLight 2 de cura por luz a partir de 3M ESPE. Este dispositivo emite luz na região visível com uma irradiância de pico em 460nm.

[0010]O equipamento de LED também está sendo testado no mercado de impressão de jato de tinta: IST Metz apresentou publicamente uma demonstração da sua entrada na cura UV via LED. Esta empresa diz que vem trabalhando na tecnologia de cura UV à base de LED nos últimos anos, principalmente para o mercado de jato de tinta, onde esta tecnologia é atualmente usada.

[0011]As composições de revestimento de fibras ópticas curáveis por radiação atuais não são adequadas para a cura por lâmpadas de LED, porque até agora estas composições foram formuladas para serem curadas por luzes de mercúrio que produzem uma saída espectral diferente, a saber, um

produto espectral sobre vários comprimentos de onda. Embora atualmente disponíveis os revestimentos curáveis por UV "que curam convencionalmente" para fibra óptica podem realmente iniciar a cura quando expostos à luz a partir de uma fonte de luz de LED, a velocidade de cura é tão lenta que o revestimento não curaria nas velocidades de linha "rápidas" atuais de padrão industrial de mais de 1500 metros/minuto. Portanto, não é prático usar lâmpadas de LED atualmente disponíveis para curar os revestimentos curáveis por radiação atualmente disponíveis para fibra óptica.

[0012]A Patente US 7.399.982 ("a patente '982") determina que a mesma fornece um método de revestimento ou impressões de cura UV sobre vários objetos, particularmente, objetos como fios, cabos, tubos, tubulações, mangueiras, canos, CDs, DVDs, bolas de golfe, T de golfe, óculos, lentes de contato, instrumentos de cordas, etiquetas decorativas, etiquetas destacáveis, selos destacáveis, portas e balcões. Embora a patente '982 se refira à fibra óptica no antecedente ou no contexto da configuração mecânica do aparelho de revestimento, ela não divulga uma composição de revestimento, ou ingredientes da mesma, que é revestida e curada com êxito em uma fibra óptica utilizando UV-LED. Assim, não há nenhuma divulgação de habilitação de revestimentos curáveis por LED para fibra óptica na patente '982.

[0013]A Publicação de pedido de patente US 2007/0112090 ("a publicação '090") determina que a mesma fornece uma composição de borracha curável por radiação LED compreendendo um organopolissiloxano tendo uma pluralidade de grupos (met)acrilóila, um sensibilizador de radiação, e

um composto orgânico opcional contendo titânio. A publicação '090 determina que a composição é útil como um agente de revestimento protetor ou um agente de vedação para os eletrodos de visores de cristais líquidos, visores eletrônicos orgânicos, visores de tela plana, ou para outros componentes elétricos e eletrônicos. A publicação '090 determina, na descrição do estado da técnica, que a composição curável por UV da patente do estado da técnica (Patente US 4.733.942) compreendendo organopolisiloxano tendo uma pluralidade de grupos funcionais vinila tais como grupos acrilóiloxi ou grupos (Met)acrilóiloxi é incapaz de atender à demanda ou exigência de que a composição deve ser curável por UV-LED, devido a taxas de cura lenta. Além disso, a publicação '90 determina que outra patente do estado da técnica (Patente US 6.069.186) propôs uma composição de borracha de silicone curável por radiação compreendendo um organopolissiloxano, que continha um grupo orgânico sensível à radiação contendo uma pluralidade de grupos (met)acrilóiloxi em cada um dos terminais de cadeia molecular, um fotossensibilizador e um composto de organossilício que não contém nenhum grupo alcoxi. De acordo com a publicação '090, a composição da patente '186 não satisfaz a demanda acima. Assim, não há nenhuma divulgação de habilitação de revestimentos curáveis por LED para fibra óptica na publicação '090 ou em qualquer um dos documentos (a patente '942 e a patente '186) citadas nos mesmos.

[0014]A Publicação do Pedido de Patente US 2003/0026919 ("a publicação '919") determina que a mesma divulga um aparelho de revestimento de fibra óptica de resina tendo uma lâmpada

de flash de ultravioleta usada para o revestimento de uma fibra óptica por uma resina de cura ultravioleta, um circuito de iluminação com lâmpada para fazer a lâmpada de flash de ultravioleta emitir luz, e um circuito de controle para controlar este circuito de iluminação com lâmpada. A publicação '919 determina que, como fonte de luz ultravioleta, pelo menos um diodo de laser ultravioleta ou diodo emissor de luz ultravioleta podem ser usados em vez de uma lâmpada de flash de ultravioleta. Embora a publicação '919 refira que a resina de acrilato à base de epoxi como um exemplo de uma resina de cura ultravioleta, a mesma não fornece detalhes sobre a resina ou sobre uma composição que compreende tal resina. A publicação '919 não divulga uma composição de revestimento de fibra óptica, compreendendo pelo menos um oligômero de acrilato, pelo menos um fotoiniciador e pelo menos um monômero diluente reativo que é revestido e curado com êxito em uma luz de LED usando fibra óptica. Assim, não há divulgação que possibilita uma composição de um revestimento curável por radiação de LED para fibra óptica na publicação '919.

[0015] Pedido de Patente PCT Publicado WO 2005/103121, intitulado "Método para a fotopolimerização de composições de resina", atribuído a DSM IP Assets B.V., descreve e reivindica Métodos para cura por Diodo Emissor de Luz (LED) de uma composição de resina curável contendo um sistema de fotoionização, caracterizado pelo fato de que o maior comprimento de onda no qual a máxima absorção do sistema de fotoionização ocorre ($\lambda_{\text{Max PIS}}$) é pelo menos 20 nm abaixo, e no máximo 100 nm abaixo, do comprimento de onda em que o máximo de emissão de LED Ocorre (λ_{LED}). A invenção do

presente pedido de patente PCT relaciona-se com o uso de cura por LED em aplicações estruturais, em particular em aplicações para o forramento ou refinação de objetos, e para objetos que contêm uma composição de resina curada obtida por cura de LED. Esta invenção fornece um método simples, ambientalmente seguro e prontamente controlável para canos de revestimento, tanques e vasos, especialmente para tais tubos e equipamentos que têm um diâmetro grande, em particular mais do que 15 cm. Assim, não há divulgação que possibilita uma composição de um revestimento curável por radiação de LED para fibra óptica na publicação WO 2005/103121.

[0016]A publicação de pedido de patente US 20100242299, publicada em 30 de setembro de 2010, descreve e reivindica um aparelho indexável e empilhável rotativamente e método para a cura UV de um membro alongado, ou pelo menos uma tinta curável por UV, o revestimento ou adesivo aplicado no mesmo é ainda descrito compreendendo pelo menos um UV-LED montado sobre um lado do membro alongado, e um refletor formado elipticamente posicionado sobre o outro lado do membro alongado oposto ao pelo menos um LED-UV.

[0017]Na mesma família de patente que o Pedido de Patente Publicado US 20100242299, a Patente US 7.175.712 emitida, emitida em 13 de fevereiro de 2007 descreve e reivindica um aparelho de cura por UV e um método é fornecido para melhorar a distribuição e aplicação de luz UV para os fotoiniciadores de UV em uma tinta, revestimento ou adesivo curável por UV. O aparelho e método de cura UV compreendem conjuntos de UV LED em uma primeira fileira com os conjuntos de UV LED espaçados dos conjuntos adjacentes de

UV LED. Pelo menos uma segunda fileira de uma pluralidade de conjuntos de UV LED é fornecida próxima à primeira fileira, mas com os conjuntos de UV LED da segunda fileira posicionados adjacente aos espaços entre os conjuntos de UV LED adjacentes na primeira fileira para, assim, escalonar a segunda fileira de conjuntos de UV LED dos conjuntos de UV LED na primeira fileira. Desejavelmente, as fileiras de conjuntos de UV LED escalonados estão montadas sobre um painel. Os produtos, artigos ou outros objetos curáveis por UV, contendo fotoiniciadores de UV que estão na ou sobre uma web pode ser transportados ou, de outra forma, ultrapassados das fileiras de conjuntos de UV LED para a cura UV eficaz. Este arranjo facilita a aplicação mais uniformemente da luz UV sobre a tinta, revestimento e/ou adesivos curáveis por UV, nos produtos, artigos ou outros objetos curáveis por UV. O aparelho pode incluir um ou mais dos seguintes: rolos para mover a rede, mecanismos para fazer com que o painel se mova em um caminho orbital ou recíproco, e um tubo de injeção para injetar um gás que não seja oxigênio na área de cura por luz UV.

[0018]O mencionado acima mostra que existe uma necessidade não satisfeita, para fornecer composições de revestimento de fibras ópticas curáveis por radiação que sejam adequadas para a cura por luz de LED, para fornecer processos para o revestimento de fibra óptica com composições de revestimento deste tipo, e para fornecer fibras ópticas revestidas compreendendo revestimentos preparados de tais composições.

Sumário da Invenção

[0019]O primeiro aspecto da presente invenção reivindicada

é uma composição de revestimento curável por radiação para uma fibra óptica, em que a composição é capaz de sofrer fotopolimerização quando revestida sobre uma fibra óptica e quando irradiada por uma luz de diodo emissor de luz (LED), tendo um comprimento de onda de 100 nm a 900 nm, para fornecer um revestimento curado sobre a fibra óptica, o dito revestimento curado tendo uma superfície superior, o dito revestimento curado tendo um percentual de Insaturação de Acrilato Reagido (% IAR) na superfície superior de 60% ou maior.

[0020]O segundo aspecto da presente invenção reivindicada é uma composição de revestimento curável por radiação do primeiro aspecto da presente invenção reivindicada, em que a luz do diodo emissor de luz (LED) tem um comprimento de onda:

[0021]- de 100 nm a 300 nm;

[0022]- de 300 nm a 475 nm, ou

[0023]- de 475 nm a 900 nm.

[0024]O terceiro aspecto da presente invenção reivindicada é uma composição de revestimento curável por radiação, de acordo com o primeiro aspecto da presente invenção reivindicada, dita composição compreendendo:

(a)pelo menos um oligômero de (met)acrilato de uretano;

(b)pelo menos um monômero diluente reativo; e

(c)pelo menos um fotoiniciador.

[0025]O quarto aspecto da presente invenção reivindicada é uma composição de revestimento curável por radiação do terceiro aspecto da presente invenção reivindicada, em que o fotoiniciador é um fotoiniciador tipo II.

[0026]O quinto aspecto da presente invenção reivindicada é

uma composição de revestimento curável por radiação do terceiro aspecto da presente invenção reivindicada, em que o fotoiniciador é um fotoiniciador tipo II e a composição inclui um doador de hidrogênio.

[0027]O sexto aspecto da presente invenção reivindicada é uma composição de revestimento curável por radiação de qualquer um dos primeiro ao quinto aspectos da presente invenção reivindicada, em que a composição de revestimento é selecionada do grupo consistindo em uma composição de revestimento primário, composição de revestimento secundário, uma composição de revestimento de tinta, uma composição de revestimento tampão, uma composição de revestimento de matriz e uma composição de revestimento *Upjacketing*.

[0028]O sétimo aspecto da presente invenção reivindicada é uma composição de revestimento curável por radiação de qualquer um dos primeiro ao sexto aspectos da presente invenção reivindicada, em que pelo menos 1,5% dos ingredientes no revestimento é de base biológica, em vez de base de petróleo, preferencialmente pelo menos 20% dos ingredientes, mais preferencialmente pelo menos 25% dos ingredientes.

[0029]O oitavo aspecto da presente invenção reivindicada é um processo para o revestimento de uma fibra óptica compreendendo:

- (a) fornecer uma fibra óptica de vidro,
- (b) revestir a dita fibra óptica de vidro com pelo menos uma composição de revestimento curável por radiação para uma fibra óptica, preferencialmente uma composição de revestimento curável por radiação de acordo com qualquer um

dos primeiro ao sétimo aspectos da presente invenção reivindicada, em que a dita pelo menos uma composição de revestimento curável por radiação compreende:

[0030]pelo menos um oligômero de (met) acrilato de uretano;

[0031]pelo menos um monômero diluente reativo; e

[0032]pelo menos um fotoiniciador;

[0033]para obter uma fibra óptica de vidro revestida com um revestimento não curado, e

[0034](c) curar o dito revestimento não curado na dita fibra óptica de vidro revestida por irradiação de dito revestimento não curado com uma luz de diodo emissor de luz (LED), tendo um comprimento de onda de 100 nm a 900 nm, para obter um revestimento curado tendo uma superfície superior, dito revestimento curado tendo uma % de insaturação de acrilato reagido (% IAR) na superfície superior de cerca de 60% ou maior.

[0035]O nono aspecto da presente invenção reivindicada é um processo de acordo com o oitavo aspecto da presente invenção reivindicada, em que a dita fibra óptica de vidro é fornecida pela operação de uma torre de estiramento de vidro para produzir a fibra óptica de vidro.

[0036]O décimo aspecto da presente invenção reivindicada é um processo do nono aspecto da presente invenção reivindicada, em que a torre de estiramento de vidro é operada a uma velocidade de linha da fibra óptica de 100 m/min a 2500 m/min, tal como de 1000 m/min a 2400 m/min, ou de 1200 m/min a 2300 m/min.

[0037]O décimo primeiro aspecto da presente invenção reivindicada é um processo de qualquer um dos oitavo ao décimo aspectos da presente invenção reivindicada, em que a

luz do diodo emissor de luz (LED) tem um comprimento de onda

[0038]- de 100 nm a 300 nm;

[0039]- de 300 nm a 475 nm; ou

[0040]- de 475 nm a 900 nm.

[0041]O décimo segundo aspecto da presente invenção reivindicada é um processo de qualquer um dos oitavo ao décimo primeiro aspectos da presente invenção reivindicada, em que o fotoiniciador é um fotoiniciador tipo I.

[0042]O décimo terceiro aspecto da presente invenção reivindicada é um processo de qualquer um dos oitavo ao décimo primeiro aspectos da presente invenção reivindicada, em que o fotoiniciador é um fotoiniciador Tipo II e a composição inclui um doador de hidrogênio.

[0043]O décimo quarto aspecto da presente invenção reivindicada é uma fibra óptica revestida que é obtenível pelo processo de qualquer um dos oitavo ao décimo terceiro aspectos da presente invenção reivindicada.

[0044]O décimo quinto aspecto da presente invenção reivindicada é uma fibra óptica revestida do décimo quarto aspecto da presente invenção reivindicada, em que a composição de revestimento é selecionada do grupo consistindo em uma composição de revestimento primário, uma composição de revestimento secundário, uma composição de revestimento de tinta, uma composição de revestimento tampão, uma composição de revestimento de matriz e uma composição de revestimento Upjacketing.

[0045]O décimo sexto aspecto da presente invenção reivindicada é uma composição de revestimento curável por radiação para uma fibra óptica que compreende:

(a)pelo menos um oligômero de (met)acrilato de uretano;

(b)pelo menos um monômero diluente reativo; e

(c)pelo menos um fotoiniciador;

[0046]em que a composição é capaz de sofrer fotopolimerização quando revestida em uma fibra óptica e quando irradiada por um diodo emissor de luz (LED), tendo um comprimento de onda de cerca de 100 nm a cerca de 900nm, para fornecer um revestimento curado sobre a fibra óptica, dito revestimento curado tendo uma superfície superior, o dito revestimento curado tendo um percentual de Insaturação de Acrilato Reagido (% IAR) na superfície superior de cerca de 60% ou maior.

[0047]O décimo sétimo aspecto da presente invenção reivindicada é uma fibra óptica revestida compreendendo uma fibra óptica e pelo menos um revestimento, em que o dito pelo menos um revestimento é produzido por revestimento da fibra óptica com pelo menos uma composição de revestimento curável por radiação para uma fibra óptica compreendendo:

(a)pelo menos um oligômero de (met)acrilato de uretano;

(b)pelo menos um monômero diluente reativo; e

(c)pelo menos um fotoiniciador; para obter uma fibra óptica revestida não curada, e a dita fibra óptica não curada revestida por irradiação com uma luz de diodo emissor de luz (LED) tendo um comprimento de onda de cerca de 100 a cerca de 900nm, para obter um revestimento curado tendo uma superfície superior, o dito revestimento curado tendo um percentual de Insaturação de Acrilato Reagido (% IAR) na superfície superior de cerca de 60% ou maior.

[0048]O décimo oitavo aspecto da presente invenção reivindicada é um processo para o revestimento de uma fibra

óptica que compreende:

(a) operar uma torre de estiramento de vidro para produzir uma fibra óptica de vidro;

(b) revestir a dita fibra óptica de vidro, com pelo menos uma composição de revestimento curável por radiação para uma fibra óptica, em que a dita pelo menos uma composição de revestimento curável por radiação compreende:

[0049] pelo menos um oligômero de (met)acrilato de uretano;

[0050] pelo menos um monômero diluente reativo; e

[0051] pelo menos um fotoiniciador;

[0052] para obter uma fibra óptica de vidro revestida com um revestimento não curado, e

[0053] (c) curar o dito revestimento não curado na dita fibra óptica de vidro revestida por irradiação de dito revestimento não curado com uma luz de diodo emissor de luz (LED), tendo um comprimento de onda de cerca de 100 nm a cerca de 900nm, para obter um revestimento curado tendo uma superfície superior, dito revestimento curado tendo um % de Insaturação de Acrilato Reagido (% IAR) na superfície superior de cerca de 60% ou maior.

[0054] O décimo nono aspecto da presente invenção reivindicada é uma composição de revestimento de fibra óptica curável por radiação do décimo sexto aspecto da presente invenção reivindicada, em que a luz do diodo emissor de luz (LED) tem um comprimento de onda de cerca de 100 nm a cerca de 300nm.

[0055] O vigésimo aspecto da presente invenção reivindicada é uma composição de revestimento de fibra óptica curável por radiação do décimo sexto aspecto da presente invenção reivindicada, em que a luz do diodo emissor de luz (LED)

tem um comprimento de onda de cerca de 300 nm a cerca de 475nm.

[0056]O vigésimo primeiro aspecto da presente invenção reivindicada é uma composição de revestimento de fibra óptica curável por radiação do décimo sexto aspecto da presente invenção reivindicada, em que a luz do diodo emissor de luz (LED) tem um comprimento de onda de cerca de 475 nm a cerca de 900nm.

[0057]O vigésimo segundo aspecto da presente invenção reivindicada é uma composição de revestimento de fibra óptica curável por radiação do décimo sexto aspecto da presente invenção reivindicada, em que o fotoiniciador é um fotoiniciador tipo I.

[0058]O vigésimo terceiro aspecto da presente invenção reivindicada é uma composição de revestimento de fibra óptica curável por radiação do décimo sexto aspecto da presente invenção reivindicada, em que o fotoiniciador é um fotoiniciador tipo II e a composição inclui um doador de hidrogênio.

[0059]O vigésimo quarto aspecto da presente invenção reivindicada é uma composição de revestimento de fibra óptica curável por radiação do décimo sexto aspecto da presente invenção reivindicada, em que a composição de revestimento é selecionada do grupo consistindo em uma composição de revestimento primário, uma composição de revestimento secundário, uma composição de revestimento de tinta, uma composição de revestimento tampão, uma composição de revestimento de matriz e uma composição de revestimento Upjacketing.

[0060]O vigésimo quinto aspecto da presente invenção

reivindicada é uma composição de revestimento de fibra óptica curável por radiação do décimo sexto aspecto da presente invenção reivindicada, em que pelo menos cerca de 15% dos ingredientes no revestimento são de base biológica, em vez de base de petróleo.

[0061]O vigésimo sexto aspecto da presente invenção reivindicada é uma composição de revestimento de fibra óptica curável por radiação do vigésimo quinto aspecto da presente invenção reivindicada, em que pelo menos cerca de 20% dos ingredientes na composição são de base biológica, em vez de base de petróleo.

[0062]O vigésimo sétimo aspecto da presente invenção reivindicada é uma composição de revestimento de fibra óptica curável por radiação da reivindicação 11, em que pelo menos cerca de 25% dos ingredientes na composição são de base biológica, em vez de base de petróleo.

[0063]O vigésimo oitavo aspecto da presente invenção reivindicada é uma fibra óptica revestida do décimo sétimo aspecto da presente invenção reivindicada, em que a luz do diodo emissor de luz (LED) tem um comprimento de onda de cerca de 100 nm a cerca de 300nm.

[0064]O vigésimo nono aspecto da presente invenção reivindicada é uma fibra óptica revestida do décimo sétimo aspecto da presente invenção reivindicada, em que a luz do diodo emissor de luz (LED) tem um comprimento de onda de cerca de 300 nm a cerca de 475nm.

[0065]O trigésimo aspecto da presente invenção reivindicada é uma fibra óptica revestida do décimo sétimo aspecto da presente invenção reivindicada, em que a luz do diodo emissor de luz (LED) tem um comprimento de onda de cerca de

475 nm a cerca de 900 nm.

[0066]O trigésimo primeiro aspecto da presente invenção reivindicada é uma fibra óptica revestida do décimo sétimo aspecto da presente invenção reivindicada, em que o fotoiniciador é um fotoiniciador tipo I.

[0067]O trigésimo segundo aspecto da presente invenção reivindicada é uma fibra óptica revestida do décimo sétimo aspecto da presente invenção reivindicada, em que o fotoiniciador é um fotoiniciador tipo II e a composição inclui um doador de hidrogênio.

[0068]O trigésimo terceiro aspecto da presente invenção reivindicada é uma fibra óptica revestida do décimo sétimo aspecto da presente invenção reivindicada, em que a composição de revestimento é selecionada do grupo consistindo em uma composição de revestimento primário, uma composição de revestimento secundário, uma composição de revestimento de tinta, uma composição de revestimento tampão, uma composição de revestimento de matriz, e uma composição de revestimento Upjacketing.

[0069]O trigésimo quarto aspecto da presente invenção reivindicada é um processo do décimo oitavo aspecto da presente invenção reivindicada, em que a velocidade de linha da fibra óptica é de cerca de 100 m/min a cerca de 2500 m/min.

[0070]O trigésimo quinto aspecto da presente invenção reivindicada é um processo do décimo oitavo aspecto da presente invenção reivindicada, em que a velocidade de linha da fibra óptica é de cerca de 1000 m/min a cerca de 2400 m/min.

[0071]O trigésimo sexto aspecto da presente invenção

reivindicada é um processo do décimo oitavo aspecto da presente invenção reivindicada, em que a velocidade de linha da fibra óptica é de cerca de 1200 m/min a cerca de 2300 m/min.

Descrição Detalhada da Invenção

[0072]Ao longo deste pedido de patente os seguintes termos têm os significados indicados:

[0073]Fibra óptica: uma fibra de vidro que carrega luz ao longo de seu núcleo interno. A luz é mantida no núcleo da fibra óptica, por reflexão interna total. Isto faz com que a fibra atue como um guia de ondas. A fibra consiste em um núcleo circundado por uma camada de cobertura, ambos os quais sendo feitos de materiais dielétricos. Para confinar o sinal óptico no núcleo, o índice de refração do núcleo deve ser maior do que o do revestimento.

[0074]Em uma típica fibra óptica de Modo Único (ver definição abaixo) o diâmetro externo do núcleo de vidro é de cerca de 8 a cerca de 10 microns. Em uma típica fibra óptica MultiMode (ver definição abaixo) o diâmetro externo do núcleo de vidro é de cerca de 50 a cerca de 62,5 microns. Em uma típica fibra óptica, o diâmetro externo da cobertura é de cerca de 125 microns. (ver o diagrama, página 98, artigo intitulado "Optical Fiber Coatings" por Steven R. Schmid e Anthony F. Toussaint, DSM Desotech, Elgin, Illinois, Capítulo 4 do Manual de fibras ópticas especiais, editado por Alexis Mendez e T.F. Morse, ©2007 pela Elsevier Inc.).

[0075]As Fibras Ópticas que suportam muitos caminhos de propagação ou modos transversais são chamadas de fibras de MultiModo (MMF), enquanto que aquelas que só podem suportar

um único modo são chamadas de fibras de Modo Único (SMF).

[0076]Revestimento primário: é definido como o revestimento em contato com a camada de cobertura de uma fibra óptica. O revestimento primário é aplicado diretamente à fibra de vidro e, quando curado, forma um material mole, elástico, aderente e compatível que encapsula a fibra de vidro. O revestimento primário serve como um tampão para amortecer e proteger o núcleo de fibra de vidro quando a fibra é dobrada, amarrada, enrolada ou, de outra forma, manuseada. Durante os primeiros anos de desenvolvimento de fibras ópticas de vidro, o revestimento primário foi por vezes referido como o "revestimento primário interno". O diâmetro externo do revestimento primário, é de cerca de 155 a cerca de 205 microns, (veja o diagrama, página 98, artigo intitulado "Optical Fiber Coatings", de Steven R. Schmid e Anthony F. Toussaint, DSM Desotech, Elgin, Illinois, Capítulo 4, Manual de fibras ópticas especiais, editado por Alexis Mendez e T.F. Morse, ©2007 pela Elsevier Inc.).

[0077]Revestimento secundário: O revestimento secundário é aplicado sobre o revestimento primário e funciona como uma camada externa protetora, resistente, que evita danos à fibra de vidro durante o processamento e uso. Certas características são desejáveis para o revestimento secundário. Antes de cura, a composição de revestimento secundário deve ter uma viscosidade adequada e ser capaz de curar rapidamente para possibilitar o processamento da fibra óptica. Após a cura, o revestimento secundário deve ter as seguintes características: rigidez suficiente para proteger a fibra de vidro encapsulada, flexibilidade ainda suficiente para manuseio (isto é, módulo), baixa absorção

de água, pegajosidade baixa para possibilitar a manipulação da fibra óptica, resistência química, e uma adesão suficiente para o revestimento primário.

[0078]Para atingir as características desejadas, as composições de revestimento secundárias convencionais contêm geralmente de oligômeros à base de uretano em grande concentração com monômeros sendo introduzidos na composição de revestimento secundário como diluentes reativos para reduzir a viscosidade.

[0079]Durante os primeiros anos de desenvolvimento de fibras ópticas de vidro, o revestimento secundário foi por vezes referido como o "revestimento primário externo". Em uma típica fibra óptica de vidro o diâmetro externo do revestimento secundário é de cerca de 240 a cerca de 250 microns.

[0080]Revestimento de tinta ou tinta: é um revestimento curável por radiação compreendendo pigmentos ou corantes que tornam a cor do revestimento visível para corresponder com uma das várias cores padrões usadas na identificação de fibra óptica mediante a instalação. Uma alternativa para o uso de um revestimento de tinta é o uso de um revestimento secundário que compreende pigmentos ou corantes. Um revestimento secundário que compreende pigmentos e/ou corantes também é conhecido como um revestimento "secundário colorido". Em uma típica fibra óptica de vidro a espessura típica de um revestimento de tinta ou tinta é de cerca de 3 micron e cerca de 10 microns.

[0081]Revestimento de Matriz ou Matriz: é usado para fabricar uma fita de fibra óptica. Uma fita de fibra óptica inclui uma pluralidade de fibras ópticas substancialmente

alinhas, substancialmente planares e um material de matriz curável por radiação encapsulando a pluralidade de fibras ópticas.

[0082]Configuração de Tubo Loose: como uma alternativa para ser fabricada em uma fita de fibra óptica, as fibras ópticas podem ser implantadas em campo o que é conhecido como uma configuração de "tubo loose". Uma configuração de tubo loose é quando as muitas fibras estão posicionadas em um tubo de proteção oco. As fibras podem ser circundadas por uma geleia de proteção no Tubo Loose ou elas podem ser circundadas por outro tipo de material de proteção ou o tubo loose pode conter apenas fibras ópticas.

[0083]Revestimento Upjacketing ou Upjacketing: é um revestimento curável por radiação que é aplicado sobre um revestimento secundário colorido ou sobre uma camada de revestimento de tinta em uma quantidade relativamente espessa, que faz com que o diâmetro externo da fibra óptica revestida aumente a espessura desejada de 400 microns, 500 microns, ou 600 microns ou 900 microns as fibras tipo "tight buffered". Estes diâmetros são também usados para as fibras ópticas com revestimento upjacketing acabadas descritas seja como 400 micron, 500 microns ou 600 microns ou 900 microns de fibras tipo "tight buffered".

[0084]Os revestimentos primários e revestimentos secundários e revestimentos de tinta e revestimentos de matriz e revestimentos Upjacketing curáveis por radiação para fibra óptica são descritos e reivindicados nas Patentes US: 4.472.019, 4.496.210, 4.514.037, 4.522.465, 4.624.994, 4.629.287, 4.682.851, 4.806.574; 4.806.694; 4.844.604; 4.849.462; 4.932.750;

[0085]5.093.386; 5.219.896; 5.292.459; 5.336.563;
 5.416.880; 5.456.984; 5.496.870; 5.502.145; 5.596.669;
 5.664.041; 5.696.179; 5.712.035; 5.787.218; 580,431 1;
 5.812.725; 5.837.750; 5.845.034; 5.859.087; 5.847.021;
 5.891.930; 5.907.023; 5.913.004; 5.933.559; 5958584,
 5977202, 5986018, 5998497;

[0086]6.014.488; 6.023.547; 6.040.357; 6.052.503;
 6.054.217; 6.063.888; 6.080.483; 6.085.010; 6.107.361; 61
 10.593; 6.130.980; 6.136.880; 6.169.126; 6.180.741;
 6.187.835; 6191 187; 6.197.422; 6.214.899; 6.240.230;
 6.246.824; 6.298.189; 6.301.415; 6.306.924; 6.309.747;
 6.339.549; 6.323.255; 6.339.666; 6.359.025; 6.350.790;
 6.362.249; 6.376.573; 6.391.936; 6.438.306; 6.472.450;
 6.528.553; 6.534.557; 6.538.045; 6.563.996; 6.579.618;
 6.599.956; 6.630.242; 6.638.616; 6.661.959; 6.714.712;
 6.775.451; 6.797.740; 6.852.770; 6.858.657; 6.961.508;

[0087]7.043.712; 7.067.564; 7.076.142; 7.122.247;
 7.135.229; 7.155.100; 7.171.103; 7.214.431; 7.221.841;
 7.226.958; 7.276.543 e 7.493.000, os quais são todos
 incorporados por referência, na sua totalidade.

[0088]A radiação UVA é a radiação com comprimento de onda
 entre cerca de 320 e cerca de 400nm.

[0089]A radiação UVB é a radiação com comprimento de onda
 entre cerca de 280 e cerca de 320nm.

[0090]A radiação UVC é a radiação com um comprimento de
 onda entre cerca de 100 e cerca de 280 nm.

[0091]Tal como usado aqui, o termo "material de recurso
 renovável" é definido como um material de partida que não é
 derivado de petróleo, mas como um material de partida
 derivado de uma planta, incluindo as frutas, nozes e/ou

sementes de plantas. Esses materiais derivados de plantas são materiais ecológicos e de base biológica. Assim, essas matérias-primas também são frequentemente chamadas de materiais de "base biológica" ou materiais de "óleo natural".

[0092]Além da definição entendida de "base biológica", de acordo com a FRSIA (Farm Security and Rural Investment Act - Lei de Segurança Agrícola e Investimento Rural), os "produtos de base biológica" são produtos determinados pela Secretária de Agricultura dos EUA como "bens de natureza comercial ou industrial" (à exceção de alimentos ou rações), compostos no todo ou em parte significativa de produtos biológicos, materiais florestais ou materiais agrícolas domésticos renováveis, incluindo materiais de plantas, animais ou marinhos.

[0093]O conteúdo de base biológica pode ser determinado através de testes com o Método ASTM D6866-10, MÉTODOS DE TESTES PADROES PARA DETERMINAÇÃO DO CONTEÚDO DE BASE BIOLÓGICA DE AMOSTRAS SÓLIDAS, LÍQUIDAS E GASOSAS USANDO ANÁLISE DE RADIOCARBONO. Este método, similar à datação por radiocarbono, compara quanto de um isótopo de carbono em decomposição permanece em uma amostra comn quanto seria na mesma amostra se o mesmo fosse feito de materiais totalmente crescidos recentemente. A porcentagem é chamada de conteúdo de base biológica do produto.

[0094]As pessoas versadas na técnica de revestimentos curáveis por radiação estão cientes de como selecionar ingredientes e compreendem se o ingrediente é de base biológica ou de base de petróleo. O que é diferente agora é a abundância completa de matérias-primas de base biológica

adequadas para uso em revestimentos curáveis por radiação. Por exemplo, matérias-primas de base biológica podem ser encontradas em polióis e outros ingredientes.

[0095]O décimo sexto aspecto da presente invenção reivindicada é uma composição de revestimento curável por radiação para uma fibra óptica que compreende:

- (a)pelo menos um oligômero de (met)acrilato de uretano;
- (b)pelo menos um monômero diluente reativo; e
- (c)pelo menos um fotoiniciador;

[0096]em que a composição é capaz de sofrer fotopolimerização quando revestida em uma fibra óptica e quando irradiada por um diodo emissor de luz (LED), tendo um comprimento de onda de cerca de 100 nm a cerca de 900nm, para fornecer um revestimento curado sobre a fibra óptica, dito revestimento curado tendo uma superfície superior, o dito revestimento curado tendo um percentual de Insaturação de Acrilato Reagido (% IAR) na superfície superior de cerca de 60% ou maior.

[0097]Os oligômeros de (met)acrilato de uretano são bem conhecidos na técnica de revestimentos curáveis por radiação para fibra óptica. Veja as páginas 103-104 do artigo intitulado "Optical Fiber Coatings" por Steven R. Schmid e Anthony F. Toussaint, DSM Desotech, Elgin, Illinois, Capítulo 4 do Manual de fibras ópticas especiais, editado por Alexis Mendez e T.F. Morse, ©2007 pela Elsevier Inc., para um resumo sucinto desses tipos de oligômeros. Para descrições adicionais de oligômeros de (met)acrilato de uretano adequados para uso na invenção reivindicada na presente invenção reivindicada ver as patentes US, anteriormente listadas neste documento e anteriormente

incorporadas por referência.

[0098]Como indicado nas páginas 103-104 do artigo, "Optical Fiber Coatings" tal como descrito no parágrafo anterior, oligômeros de (met)acrilato de uretano são baseados em combinações estequiométricas de di-isocianatos (DICs), polióis e alguns tipos de espécies de terminação hidroxifuncionais contendo um terminal UV-reativo. Dependendo das propriedades desejadas, diferentes tipos de polióis são escolhidos. Estes polióis incluem, mas não estão limitados a, poliéter-polipropileno glicol (PPG) e poliéter-politetrametileno glicol (PTMG). Polióis são tipicamente usados na síntese de oligômeros de (met)acrilato de uretano.

[0099]Os componentes de oligômeros de (met)acrilato de uretano derivados do petróleo, tais como poliéster e polióis poliéter apresentam várias desvantagens. O uso de tais polióis de poliéster ou poliéter contribui para a depleção de óleo derivado de petróleo, que é um recurso não renovável. Além disso, a produção de um poliol requer o investimento de uma grande quantidade de energia porque o óleo necessário para fazer o poliol deve ser perfurado, extraído e transportado para uma refinaria de onde é refinado e processado para hidrocarbonetos purificados que são subsequentemente convertidos em alcóxidos e finalmente aos polióis acabados. Na medida em que o público consumidor se torna cada vez mais consciente do impacto ambiental dessa cadeia de produção, a demanda do consumidor por produtos mais ecológicos vai continuar a crescer. Para ajudar a reduzir a depleção de óleo derivado de petróleo, enquanto satisfazendo o aumento da demanda dos

consumidores, seria vantajoso substituir parcialmente ou totalmente os polióis de poliéster ou poliéter derivados de petróleo usados na produção de oligômeros de (met)acrilato de uretano por componentes ambientalmente responsáveis e mais renováveis.

[00100]Os Monômeros Diluentes Reativos são bem conhecidos na técnica de revestimentos curáveis por radiação de fibra óptica. Ver as páginas 105 do artigo intitulado "Optical Fiber Coatings" por Steven R. Schmid e Anthony F. Toussaint, DSM Desotech, Elgin, Illinois, Capítulo 4 do Manual de fibras ópticas especiais, editado por Alexis Mendez e T.F. Morse, ©2007 pela Elsevier Inc., para um resumo sucinto destes tipos de monômeros reativos diluentes. Para descrições adicionais de monômeros diluentes reativos adequados para uso na presente invenção reivindicada ver as patentes US listadas anteriormente neste documento e incorporadas anteriormente por referência.

[00101]Na consulta com fornecedores de matérias-primas usadas na fabricação de revestimentos curáveis por radiação para fibra óptica, é possível identificar matérias-primas alternativas de base biológica para a inclusão seletiva nos revestimentos. Ao enfatizar a importância da escolha para sintetizar o oligômero e o revestimento feitos com o oligômero com matérias-primas de base biológica é possível sintetizar revestimentos curáveis por radiação para fibra óptica em que pelo menos cerca de 15% dos ingredientes no revestimento são de base biológica, em vez de base de petróleo.

[00102]Em uma modalidade, a composição de revestimento de

fibra óptica curável por radiação da presente invenção reivindicada é tal que pelo menos cerca de 15% dos ingredientes no revestimento são de base biológica, em vez de base de petróleo.

[00103]Em uma modalidade, a composição de revestimento de fibra óptica curável por radiação da presente invenção reivindicada é tal que pelo menos cerca de 20% dos ingredientes no revestimento são de base biológica, em vez de base de petróleo.

[00104]Em uma modalidade, a composição de revestimento de fibra óptica curável por radiação da presente invenção reivindicada é tal que pelo menos cerca de 25% dos ingredientes no revestimento são de base biológica, em vez de base de petróleo.

[00105]As composições da presente invenção incluem um fotoiniciador de radical livre já que oligômeros de (met)acrilato de uretano requerem um fotoiniciador de radical livre. Em geral, os fotoiniciadores são bem conhecidos na técnica de revestimentos curáveis por radiação de fibra óptica. Consulte as páginas 105 do artigo intitulado "Optical Fiber Coatings" por Steven R. Schmid e Anthony F. Toussaint, DSM Desotech, Elgin, Illinois, Capítulo 4 do Manual de fibras ópticas especiais, editado por Alexis Mendez e T.F. Morse, ©2007 pela Elsevier Inc., para um resumo sucinto desses tipos de fotoiniciadores. Para descrições adicionais de fotoiniciadores apropriados para uso na presente invenção reivindicada ver as patentes US listadas anteriormente neste documento e anteriormente incorporadas por referência.

[00106]Normalmente, os fotoiniciadores de radicais livres

são divididos entre os que formam radicais por clivagem, conhecidos como "Norrish Tipo I" e aqueles que formam radicais por abstração de hidrogênio, conhecidos como "Norrish tipo II". Os fotoiniciadores "Norrish tipo II" requerem um doador de hidrogênio, que serve como a fonte de radical livre.

[00107] Para formular um revestimento curável por radiação para fibras ópticas com êxito, é necessário analisar a sensibilidade de comprimento de onda do(s) fotoiniciador(es) presente no revestimento para determinar se eles vão ser ativados pela luz de LED escolhida para fornecer a luz de polimerização.

[00108] Para fontes de luz de LED que emitem na faixa de comprimento de onda de 300 - 475nm, especialmente aqueles que emitem de 365nm, 390nm, ou 395nm, exemplos de fotoiniciadores adequados absorventes nesta área incluem: óxidos de benzoilfosfina, tal como, por exemplo, óxido de 2,4,6-trimetilbenzoil difenilfosfina (Lucirin TPO da BASF) e 2,4,6-trimetilbenzoil fenil, óxido de etoxi fosfina (Lucirin TPO-L da empresa BASF), óxido de bis(2,4,6-trimetilbenzoil)-fenilfosfina (Irgacure 819 ou BAPO de Ciba), 2-metil-1-[4-(metiltio)fenil]-2-morfolinopropanono-1 (Irgacure 907 de Ciba), 2-benzil-2-(dimetilamino)-1-[4-(4-morfolinil)fenil]-1-butanona (Irgacure 369 de Ciba), 2-dimetilamino-2-(4-metil-benzil)-1-(4-morfolin-4-il-fenil)-butan-1-ona (Irgacure 379 de Ciba), 4-benzoil-4'-metil difenil sulfeto (Chivacure BMS de Chitec), 4,4'-bis(dietilamino) benzofenona (Chivacure EMK de Chitec), e 4,4'-bis(N,N'-dimetilamino) benzofenona (cetona de Michler). Também adequadas são as misturas dos mesmos.

[00109]Adicionalmente, os fotossensibilizadores são úteis em conjunto com fotoiniciadores na realização de cura com fontes de luz de LED que emitem nesta faixa de comprimento de onda. Exemplos de fotossensibilizadores adequados incluem: antraquinonas, tais como 2-metilantraquinona, 2-etilantraquinona, 2-tertbutilantraquinona, 1-cloroantraquinona, e 2-amilantraquinona, tioxantonas e xantonas, tais como isopropil tioxantona, 2-clorotioxantona, 2,4-dietiltioxantona, e 1-cloro-4-propoxitioxantona, formato de metil benzoíla (Darocur MBF de Ciba), benzoato de metil-2-benzoila (Chivacure OMB de Chitec), sulfeto de 4-benzoil-4'-metil difenil (Chivacure BMS de Chitec), 4,4'-bis(dietilamino)benzofenona (Chivacure EMK de Chitec).

[00110]Quando fotossensibilizadores são empregados, outros fotoiniciadores absorventes em comprimentos de onda mais curtos podem ser usados. Exemplos de tais fotoiniciadores incluem: benzofenonas, tais como benzofenona, 4-metil benzofenona, 2,4,6-trimetil benzofenona, e dimetoxibenzofenona, e, 1-hidroxifenil cetonas, tais como 1-hidroxiciclo-fenil cetona, fenil (1-hidroxi-isopropil)-cetona, 2-hidroxi-1-[4-(2-hidroxietoxi) fenil]-2-metil-1-propanona, e 4-isopropilfenil (1-hidroxi)cetona, benzil dimetil cetil, e oligo-[2-hidroxi-2-metil-1-[4-(1-metilvinil)fenil] propanona] (Esacure KIP 150 de Lamberti).

[00111]É possível que fontes de luz de LED UV sejam designadas para emitirem luz a comprimentos de onda mais curtos. Para as fontes de luz de LED que emitem em comprimentos de onda entre cerca de 100 e cerca de 300 nm, os fotoiniciadores absorventes com os comprimentos de onda

mais curtos podem ser usados. Exemplos de tais fotoiniciadores incluem: benzofenonas, tais, como benzofenona, 4-metil benzofenona, 2,4,6-trimetil benzofenona, e dimetoxibenzofenona, e, 1-hidroxifenil cetonas, tais como 1-hidroxiciclo-fenil cetona, fenil (1-hidroxí-isopropil)-cetona, 2-hidroxí-1-[4-(2-hidroxietoxi)fenil]-2-metil-1-propanona, e 4-isopropilfenil(1-hidroxí-isopropil)cetona, benzil dimetil cetil, e oligo-[2-hidroxí-2-metil-1-[4-(1-metilvinil)fenil]propanona] (Esacure KIP 150 de Lamberti).

[00112]As fontes de luz de LED podem também ser designadas para emitir luz visível, que pode também ser usado para curar os materiais de revestimentos de fibras ópticas, tintas, tampões, e de matriz. Para as fontes de luz de LED que emitem luz a comprimentos de onda entre cerca de 475 nm a cerca de 900nm, exemplos de fotoiniciadores adequados incluem: canforoquinona, 4,4'-bis(dietilamino) benzofenona (Chivacure EMK de Chitec), 4,4'-bis (N,N'-dimetilamino) benzofenona (cetona de Michler), óxido de bis(2,4,6-trimetilbenzoil)-fenilfosfina (Irgacure 819 ou BAPO de Ciba), metalocenos, tais como bis(eta 5-2-4-ciclopentadien-1-il) bis [2,6-difluoro-3-(1H-pirrol-1-il)fenil] titânio (Irgacure 784 de Ciba), e os fotoiniciadores de luz visível de Spectra Group Limited, Inc., tais como H-Nu-470 (5,7-diiodo-3-butoxi-6-fluorona), H-Nu-535 (2,4,5,7-tetraiodo-3-hidroxí-6-fluorona), H-Nu-635 (2,4,5,7-tetraiodo-3-hidroxí-9-ciano-6-fluorona), H-Nu-Azul-640 (C₅₃H₆₇BN₂) e H-Nu-Azul-660 (C₅₈H₆₈BN₂).

[00113]Em uma modalidade da presente invenção reivindicada, a luz emitida pelo LED é radiação UVA, que é a radiação com

um comprimento de onda entre cerca de 320 e cerca de 400nm. [00114]Em uma modalidade da presente invenção reivindicada, a luz emitida pelo LED é a radiação UVB, que é a radiação com um comprimento de onda entre cerca de 280 e cerca de 320nm.

[00115]Em uma modalidade da presente invenção reivindicada, a luz emitida pelo LED é a radiação UVC, que é a radiação com um comprimento de onda entre cerca de 100 e cerca de 280 nm.

[00116]Em uma modalidade da presente invenção reivindicada, a presente composição compreende, em relação ao peso total da composição, de cerca de 0,5% em peso a cerca de 7% em peso de um ou mais fotoiniciadores de radicais livres. Em uma modalidade, a presente composição compreende, em relação ao peso total da composição, de cerca de 1% em peso a cerca de 6% em peso de um ou mais fotoiniciadores de radicais livres, em relação ao peso total da composição. Em outra modalidade, a presente composição compreende, em relação ao peso total da composição, de cerca de 2% em peso a cerca de 5% em peso de um ou mais fotoiniciadores de radicais livres.

[00117]Normalmente, os fotoiniciadores catiônicos não são necessários ou desejados em revestimentos curáveis por radiação à base de oligômeros de (met)acrilato de uretano para funcionar como fotoiniciadores. Sabe-se, contudo, que o uso de pequenas quantidades de fotoiniciadores catiônicos comercialmente disponíveis em revestimentos curáveis por radiação para funcionar quimicamente como uma fonte de ácido fotolatente. O ácido fotolatente tem valor no revestimento já que sua presença é conhecida por

intensificar a resistência das fibras. Ver Patente US Número 5.181.269.

[00118]O processo de produção de fibra óptica oferece uma condição única para a aplicação de LED. É bem conhecido que a luz de LED atual (360 nm, e mais longos) pode fornecer uma boa cura através de uma camada de revestimento porque sua onda mais longa do seu comprimento de onda mais longo é adequada para uma boa penetração.

[00119]Com relação à cura de superfície, tem sido observado na cura por LED de outros tipos de revestimentos, que os resultados de cura por LED na superfície do revestimento são menos do que satisfatórios devido à inibição de oxigênio. A inibição de oxigênio da cura de superfície induzida por LED não é emitida na produção de fibra óptica, porque a inertização da superfície da fibra óptica com o gás inerte nitrogênio durante a cura dos revestimentos tem sido padrão na indústria de fibra óptica durante algum tempo. Na prática para revestimentos de fibras ópticas com revestimentos curáveis por radiação, o ambiente de cura do revestimento está em uma área circundada de tubo de quartzo pequena, controlada, com uma atmosfera de nitrogênio, resultando em níveis de oxigênio muito baixos estando presentes (tão baixo quanto 20 ppm). Assim, o LED pode oferecer boa cura através e boa cura de superfície de revestimentos de fibra óptica.

[00120]Prevê-se que haverá um período de transição para a introdução de lâmpadas de LED para a indústria de fibra óptica. Durante este período, eles podem ser usados em conjunção com lâmpadas de mercúrio convencionais, em vez de substituí-los completamente, (este parágrafo foi

transferido para os fundamentos da invenção.)

[00121]A medição da quantidade de cura que um revestimento à base de (met)acrilato de uretano curável por radiação sofreu geralmente é feita pela condução de uma determinação do "Percentual de Insaturação de Acrilato Reagido" (abreviar por "% de IAR"). Para os revestimentos da presente invenção reivindicada, após cura com uma luz de LED tendo um comprimento de onda de cerca de 100 nm a cerca de 900nm, o %IAR na superfície superior do revestimento é de cerca de 60% ou maior, preferencialmente, cerca de 70% ou maior, mais preferencialmente, cerca de 75% ou maior, mais altamente preferencialmente cerca de 80% ou maior, mais preferencialmente cerca de 85% ou maior, mais altamente preferencialmente cerca de 90% ou maior, e mais altamente preferencialmente cerca de 95% ou mais. É possível alcançar uma %IAR de 100% usando LEDs para curar as composições da presente invenção reivindicada.

[00122]É a superfície superior do revestimento onde o %IAR é medido, porque, como anteriormente descrito; espera-se que a luz de LED forneça boa cura através. No entanto, a quantidade de cura na superfície superior é crítica para atingir o nível indicado, a fim de produzir fibra óptica revestida viável.

[00123]O décimo sétimo aspecto da presente invenção reivindicada é uma fibra óptica revestida compreendendo uma fibra óptica e pelo menos um revestimento, em que o dito pelo menos um revestimento é produzido por revestimento da fibra óptica com pelo menos uma composição de revestimento curável por radiação para uma fibra óptica compreendendo:

(a)pelo menos um oligômero de (met)acrilato de uretano;

(b)pelo menos um monômero diluente reativo; e

(c)pelo menos um fotoiniciador;

[00124]para obter uma fibra óptica revestida não curada, e curar a dita fibra óptica revestida não curada por irradiação com uma luz de diodo emissor de luz (LED) possuindo um comprimento de onda de cerca de 100 nm a cerca de 900 nm, para obter um revestimento curado tendo uma superfície superior, o dito revestimento curado tendo uma porcentagem de Insaturação de Acrilato Reagido (% IAR) na superfície superior de cerca de 60% ou maior.

[00125]As novas composições curáveis por radiação da presente invenção reivindicadas podem ser aplicadas em fibras ópticas comercialmente disponíveis convencionais, fibra óptica resistente à dobra, fibra de cristal fotônico e podem ainda ser aplicadas sobre fibra óptica hermeticamente fechada. Os revestimentos curáveis por radiação da presente invenção reivindicada são viáveis para aplicação em ambas as fibras óptica de Modo Único e de MultiModo.

[00126]No revestimento de uma fibra óptica, primeiro a fibra óptica é estirada em uma torre de estiramento e, em seguida, o revestimento primário é aplicado, e com processamento de úmido em seco, a próxima etapa é para um LED ser usado para emitir luz suficiente para curar o revestimento primário, dito revestimento primário curado tendo um percentual de Insaturação de Acrilato Reagido (% IAR) na superfície superior de cerca de 60% ou maior.

[00127]Com o processamento de úmido em úmido a próxima etapa é aplicar o revestimento secundário.

[00128]De qualquer maneira, depois do revestimento primário

ser aplicado, então, o revestimento secundário é aplicado na parte superior do revestimento primário, então os LEDs são usados para emitir luz para curar os revestimentos curáveis por radiação sobre a fibra óptica resultando no revestimento secundário sendo curado.

[00129]Os LEDs estão comercialmente disponíveis. Fornecedores de LEDs comercialmente disponíveis foram listados anteriormente neste documento.

[00130]Após o revestimento secundário ser curado, uma camada de "revestimento de tinta" é opcionalmente aplicada e, então, a fibra óptica com tinta e revestida pode ser ainda configurada em uma configuração de Tubo Loose ou colocada juntamente com outras fibras ópticas revestidas e com tinta em um "conjunto de fitas" e um revestimento de matriz curável por radiação é usado para manter as fibras ópticas no local desejado no conjunto de fitas, ou em algum outro tipo de configuração adequada para implantação em uma rede de telecomunicações.

[00131]É também possível que fibras revestidas individuais possam ser revestidas com um revestimento "upjacketing" que aumenta o diâmetro externo da fibra consideravelmente. As fibras com revestimento upjacketing podem ser tingidas, coloridas ou revestidas com amido (clear coated). As Fibras com revestimento upjacketing podem ser processadas para a implantação de uma rede de telecomunicações.

[00132]É também possível agrupar as fibras em conjunto em múltiplas matrizes que podem ou não ser planas, produzindo assim uma estrutura de fita intensificada ou modelo de fibra soprada.

[00133]Em uma modalidade da presente invenção reivindicada,

o revestimento curável por radiação está sendo usado quer como um revestimento primário, ou como um revestimento secundário, ou como um revestimento de matriz, ou como um revestimento de tinta ou como um revestimento upjacketing.

[00134]O décimo nono aspecto da presente invenção reivindicada é um processo para o revestimento de uma fibra óptica que compreende:

(d)operar uma torre de estiramento de vidro para produzir uma fibra óptica de vidro;

(e)revestir a referida fibra óptica de vidro com pelo menos uma composição de revestimento curável por radiação para uma fibra óptica, em que a dita pelo menos uma composição de revestimento curável por radiação compreende:

[00135]pelo menos um oligômero de (met)acrilato de uretano;

[00136]pelo menos um monômero diluente reativo; e

[00137]pelo menos um fotoiniciador;

[00138]para obter uma fibra óptica de vidro revestida com um revestimento não curado, e

(f)curar o dito revestimento não curado na dita fibra óptica de vidro revestida por irradiação de dito revestimento não curado com uma luz de diodo emissor de luz (LED), tendo um comprimento de onda de cerca de 100 nm a cerca de 900 nm, para obter um revestimento curado tendo uma superfície superior, dito revestimento curado tendo um % de Insaturação de Acrilato Reagido (% IAR) na superfície superior de cerca de 60% ou maior.

[00139]Em uma modalidade do processo do terceiro aspecto da presente invenção reivindicada, para aplicação de um revestimento Upjacketing a velocidade de linha da fibra óptica é pelo menos cerca de 25 m/minuto.

[00140]Em uma modalidade do processo do terceiro aspecto da presente invenção reivindicada, para a aplicação do revestimento Upjacketing a velocidade de linha da fibra óptica é pelo menos cerca de 100 m/minuto.

[00141]Em uma modalidade do processo do terceiro aspecto da presente invenção reivindicada, para a aplicação dos revestimentos primário e secundário a velocidade de linha da fibra óptica é pelo menos cerca de 500 m/minuto.

[00142]Em uma modalidade do processo do terceiro aspecto da presente invenção reivindicada, para a aplicação dos revestimentos primário e secundário a velocidade de linha da fibra óptica é pelo menos cerca de 750 m/minuto.

[00143]Em uma modalidade do processo do terceiro aspecto da presente invenção reivindicada, para a aplicação dos revestimentos primário e secundário a velocidade de linha da fibra óptica é pelo menos cerca de 1000 m/minuto.

[00144]Em uma modalidade do processo do terceiro aspecto da presente invenção reivindicada, para a aplicação do revestimento de tinta a velocidade de linha da fibra óptica é não mais que cerca de 3000 m/minuto.

[00145]Em uma modalidade do processo do terceiro aspecto da presente invenção reivindicada, para a aplicação dos revestimentos primário e secundário a velocidade de linha da fibra óptica é não mais que cerca de 2500 m/minuto.

[00146]Em uma modalidade do processo do terceiro aspecto da presente invenção reivindicada, para a aplicação dos revestimentos primário e secundário a velocidade de linha da fibra óptica é não mais que cerca de 2400 m/minuto.

[00147]Em uma modalidade do processo do terceiro aspecto da presente invenção reivindicada, para a aplicação dos

revestimentos primário e secundário a velocidade de linha da fibra óptica é não mais que cerca de 2300 m/minuto,

[00148]Em uma modalidade do processo do terceiro aspecto da presente invenção reivindicada, para a aplicação dos revestimentos primário e secundário a velocidade de linha da fibra óptica é não mais que cerca de 2100 m/minuto.

[00149]Em uma modalidade do processo do terceiro aspecto da presente invenção reivindicada, para a aplicação dos revestimentos primário e secundário a velocidade de linha da fibra óptica é de cerca de 100 m/min a cerca de 2500 m/min para a aplicação dos revestimentos Primário e Secundário. Em outra modalidade do processo do terceiro aspecto da presente invenção reivindicada, a velocidade de linha da fibra óptica é de cerca de 100 m/min a cerca de 2400 m/min. Em outra modalidade do processo do terceiro aspecto da presente invenção reivindicada, a velocidade de linha da fibra óptica é de cerca de 1000 m/min a cerca de 2400 m/min. Em outra modalidade do processo do terceiro aspecto da presente invenção reivindicada, a velocidade de linha da fibra óptica é de cerca de 1000 m/min a cerca de 2300 m/min. Em outra modalidade do processo do terceiro aspecto da presente invenção reivindicada, a velocidade de linha da fibra óptica é de cerca de 1200 m/min a cerca de 2300 m/min. Em outra modalidade do processo do terceiro aspecto da presente invenção reivindicada, a velocidade de linha da fibra óptica é de cerca de 1200 m/min a cerca de 2100 m/min.

[00150]Em uma modalidade do processo do terceiro aspecto da presente invenção reivindicada, para aplicação da camada de tinta, a velocidade de linha da fibra óptica é entre cerca

de 500 metros/minuto e 3000 metros/minuto. Em uma modalidade do processo do terceiro aspecto da presente invenção reivindicada, para aplicação da camada de tinta, a velocidade de linha da fibra óptica é entre cerca de 750 metros/minuto e cerca de 2100 metros/minuto.

[00151]Em uma modalidade do processo do terceiro aspecto da presente invenção reivindicada, para a aplicação do revestimento upjacketing, a fibra óptica é executado a uma velocidade de linha de entre cerca de 25 metros/minuto e 100 metros/minuto.

[00152]Os exemplos específicos divulgados aqui devem ser considerados como sendo principalmente ilustrativos. Várias mudanças, além das descritas, irão, sem dúvida, ocorrer aos versados na técnica, e tais modificações devem ser entendidas como formando uma parte da presente invenção na medida em que elas caem dentro do espírito e escopo das reivindicações anexas.

EXEMPLOS

[00153]A presente invenção é ainda ilustrada com certo número de exemplos, que não devem ser considerados como limitantes do escopo da presente invenção. Os componentes listados nestes exemplos têm os seguintes nomes comerciais, estão disponíveis a partir da fonte listada e têm a composição química indicada.

Tabela 1. Descrição dos Componentes Usados nos Exemplos

Componentes	Descrição	Número de Registro CAS	Fornecor
BHT	Estabilizador 3,5-di-terc-butil	128-37-0	Asland

	Hidroxi tolueno		
Canforquinona	Canforquinona	10373-78-1	Esstech
Chivacure 2-ITX	Fotossensibilizador 2-isopropil tioxantona	83846-86-0	Chitec
Chivacure BMS	Fotoiniciador de Sulfeto de 4- benzol-4'-metil difenila	83846-85-9	Chitec
Chivacure TPO	Fotoiniciador de óxido de 2,4,6- trimetilbenzoil difenilfosfina	75980-60-8	Chitec
CN-110	Oligômero de acrilato de bifodnol A epoxi	55818-57-0	Sartomer
CN120Z	Oligômero de acrilato de bifodnol A epoxi	55818-57-0	Sartomer
CN549	Treta-acrilato de poliéster modificado por amina	Propriedade	Sartomer
CN971A80	80% de oligômero de acrilato de uretano em SR-306	Propriedade + 42978-66- 5	Sartomer
Darocur 1173	Fotoiniciador de 2-hidroxi-2-metil-	7473-98-5	Ciba

	1-fenol propano		
DC-190	silicone	Propriedade	Dow- Corning
DC-57	silicone	Propriedade	Dow- Corning
Ebercristal 350	Acrilato de silicone	Propriedade	Cytec
Irgacure 184		947-19-3	Ciba
Irgacure 369	Fotoiniciador 1- hidroxi cicloexil fenil cetona	119313-12-1	Ciba
Irgacure 819	2-benzil-2- (dimetilamino)-1- [4- (morfolino) fenil]- 1-butanona	162881-26-7	Ciba
Irgacure 907	Fotoiniciador 2- metil-1-[4- (metiltio) fenil]- 2- morfolinopropano-1	71868-10-5	Ciba
Irgacure 2959	Fotoiniciador 2- hidroxi-1-[4-(2- hidroxietoxi) fenil]-2-metil-1- propano	106797-53-9	Ciba
Irganox 1035	Antioxidante tiodietileno bis- (3,5-di-terc- butil-4-hidroxi)	41484-35-9	Ciba

	hidroxicinamato		
Oligômero A	PPG/TDI/HEA Oligômero de acrilato de uretano, PM = 1580	Propriedade	DSM Desotech
Dispersão de Pigmento Alaranjado	20% de dispersão de cromofal laranja em SR-351	72102-84-2 + 15625-89- 5	DSM Desotech
SR-238	Monômero de diacrilato de hexanodiol	13048-33-4	Sartomer
SR-295	Monômero de tetra- acrilato de pentaeritriol	4986-89-4 + 3524-68-3	Sartomer
SR-306	Monômero de diacrilato de tripropileno glicol	42978-66-5	Sartomer
SR-349	Diacrilato de bifosfonol A etoxilado	64401-02-1	Sartomer
SR-351	Monômero de triacrilato de trimetilpropano	15625-89-5	Sartomer
SR-504D	Acrilato de nonilfenol etoxilado	678991-31-6 + 127087- 87-0	Sartomer
SR-506	Monômero de acrilato de isobornila	5888-67-1	Sartomer

Tinuvin 123	Estabilizador de luz de bis-(1-octiloxi-2,2,6,6-tetrametil-4-piperidinil)sebacato	129757-67-1	Ciba
Dispersão de pigmento branco	Dispersão de 60% de dióxido de titânio em SR-351	13463-67-7 + 15625-89-5	DMS Desotech

Tabela 2A. Revestimentos Secundários e Tintas Usando Fonte de luz de LED de Diamante Negro UV da Cúpula a 8 m/min no ar

	Exemplo 1	Exemplo 2	Exemplo 3	Exemplo 4
Componentes (quantidades em %p)	Este é um exemplo Comparativo de Curas com Sistemas de Fusão 300 W/ em luz UV e lâmpada D a vapor de mercúrio	Exemplo da Invenção, Curas com luz LED a 365 nm	Este é um exemplo Comparativo de Curas com Sistemas de Fusão 300 W/ em luz UV lâmpada D a vapor de mercúrio	Exemplo da Invenção, Curas com luz de LED a 365 nm
Oligômero A	30,00	28,20		
CN971A80			16,90	16,06

CN-110	40,00	37,60		
CN120Z			23,54	22,35
SR-295			12,52	11,89
SR-351			13,00	12,35
SR-506	7,50	7,05		
SR-339	8,50	7,99		
SR-306	6,00	5,64	4,09	3,89
SR-238	4,50	4,23	5,96	5,66
Dispersão de pigmento branco			4,00	3,80
Dispersão de pigmento laranja			9,00	8,55
Chivacure TPO	0,50	0,47		
Irgacure 184	2,00	1,88		
Irgacure 819		1,00	1,09	1,04
Irgacure 907			1,92	1,82
Darocur 1173			2,50	2,38
Chivacure BMS		3,00		
Chivacure 2-ITX				2,00
CN549		2,00		3,00
Irganox	0,50	0,47		

1035				
BHT			0,48	0,46
Ebecril 350			5,00	4,75
DC-190	0,33	0,31		
DC-57	0,17	0,16		
% de ISR na superfície superior	42,6	69,04	50,7	61,1
% de ISR na superfície inferior	85,1	85,1	56,9	72,3

Tabela 2B. Revestimentos secundários e tintas, tal como descrito na Tabela 2A Usando fonte de luz de LED Phoseon RX Fireflex a 8 m/min no ar

	Exemplo 5	Exemplo 5	Exemplo 7	Exemplo 8
	Este é um exemplo Comparativo Formulação de Curas do exemplo 1 com Sistemas de Fusão 300 W/ em luz UV de lâmpada D a vapor de mercúrio	Exemplo da Invenção, Formulação de Curas Do exemplo 2 com luz LED a 365 nm	Este é um exemplo Comparativo Formulação de Curas do Exemplo 3 com Sistemas de Fusão 300 W/ em luz UV de lâmpada D a vapor de mercúrio	Exemplo da Invenção, Formulação do Exemplo 4 da Invenção, Curas com luz de LED a 365 nm

% de ISR na superfície superior	45,7	61,05	44,8	65,7
% de ISR na superfície inferior	88,3	91,0	73,8	80,6

Tabela 3. Revestimentos Secundários usando fonte de luz de UV LED Summit no Revestimento de Tinta

Componentes	Exemplo 9	Exemplo 10
	Exemplo Comparativo - Formulação do Exemplo 1 Curas com luz UV de sistemas de Fusão 300 W/ em luz UV de lâmpada D a vapor de mercúrio	Exemplo da Invenção, Formulação do Exemplo 1, Curas com luz de LED a 365 nm
25 m/min, nitrogênio		
% de ISR na superfície superior	71,1	91,9
% de ISR na superfície inferior	88,3	94,2
200 m/min, nitrogênio		
% de ISR na superfície	52,3	74,0

superior		
% de ISR na superfície inferior	81,5	82,9

Tabela 4. Tintas Usando fonte de luz de UV LED Summit no Revestimento de Tinta

Componentes	Exemplo 11	Exemplo 12
	Exemplo Comparativo - {Formulação do Exemplo 3} Curas com Sistemas de Fusão 300 W/ em luz UV de lâmpada D a vapor de mercúrio	Formulação do Exemplo 3 da invenção, Curas com luz de LED a 365 nm
200 m/min, nitrogênio		
% de ISR na superfície superior	59,9	68,8
300 m/min, nitrogênio		
% de ISR na superfície superior	48,93	64,6

Tabela 5. Revestimentos Curáveis Convencionais (Exemplo Comparativo) e Primários Curáveis por LED

Componentes	Exemplo 13	Exemplo 14
Componentes (quantidades em % p)	Exemplo Comparativo	Exemplo da invenção,

	Curas com Sistemas de Fusão 300 W/ em luz UV de lâmpada D a vapor de mercúrio	Curas com luz de LED a 365 nm
Acrilato de poliéter uretano	65,1	64,1
SR-504D	21,7	21,2
SR-339	9,0	9,0
SR-349	1,0	1,0
Ingacure 819	1,5	1,5
Trioxantona de isopropila	-	1,5
Turvin 123	0,1	0,1
Iganox 1035	0,6	0,6
γ -mercaptopropil trimetoxi silano	1,0	1,0

Tabela 6. Material de Matriz Curável Convencional (Exemplo Comparativo) e Curável por LED

Componentes	Exemplo 15	Exemplo 16
-------------	------------	------------

Componentes (quantidades em % p)	Exemplo Comparativo Curas com Sistemas de Fusão 300 W/ em luz UV de lâmpada D a vapor de mercúrio	Exemplo da invenção, Curas com luz de LED a 365 nm
Acrilato de poliéter uretano	27,0	25,5
CN102-Z	45,0	43,0
SR-339	7,7	7,7
SR-506	6,8	6,8
SR-306	5,5	5,5
SR-238	4,0	4,0
Igacure 184	2,0	-
Chivacure TPO	0,5	-
Igacure 819	-	1,0
Chivacure BMS	-	3,0
CN-549	-	2,0
Iganox 1035	0,5	0,5
DC-190	1,0	1,0

Tabela 7. Revestimento curável convencional (Exemplo Comparativo) e de tampão curável por LED

Componentes	Exemplo 17	Exemplo 18
Componentes (quantidades em % p)	Exemplo Comparativo Curas com	Exemplo da invenção, Curas com luz

	Sistemas de Fusão 300 W/ em luz UV de lâmpada D a vapor de mercúrio	de LED a 365 nm
Acrilato de poliéter uretano	35,0	34,0
SR-306	26,0	26,0
CN102-Z	33,0	32,0
Darocur 1173	4,0	-
Igacure 819	-	1,0
Chivacure BMS	-	3,0
CN-549	-	2,0
DC-190	2,0	2,0

Tabela 8. Curas de Revestimento Curável Convencional (Exemplo Comparativo) e de tampão curável por LED com fonte de luz visível LED

Componentes	Exemplo 19	Exemplo 20
Componentes (quantidades em % p)	Exemplo Comparativo Curas com Sistemas de Fusão 300 W/ em luz UV de lâmpada D a vapor de mercúrio	Exemplo da invenção, Curas com luz de LED a 455 nm

Acrilato de poliéter uretano	35,0	34,0
CN102-Z	26,0	26,0
SR-306	33,0	32,0
Darocur 1173	4,0	-
Canforquinona	-	4,0
CN-549	-	2,0
DC-190	2,0	2,0

Tabela 9. Curas de Revestimento Curável Convencional (Exemplo Comparativo) e de Tampão Curável por LED com Fonte de Luz de UVB LED

Componentes	Exemplo 21	Exemplo 22
Componentes (quantidades em % p)	Exemplo Comparativo	Exemplo da invenção,
	Curas com	Curas com luz
	Sistemas de	de LED a 285
	Fusão 300 W/	nm
	em luz UV de	
	lâmpada D a	
	vapor de	
	mercúrio	
Acrilato de poliéter uretano	35,0	35,0
CN102-Z	26,0	26,0
SR-306	33,0	33,0
Darocur 1173	4,0	-
Igacure 1173	-	1,0
Igacure 819	-	3,0
DC-190	2,0	2,0

Tabela 10. Curas de Revestimento Curável Convencional (Exemplo Comparativo) e de Tampão Curável por LED com Fonte de Luz de UVC LED

Componentes	Exemplo 22	Exemplo 23
Componentes (quantidades em % p)	Exemplo Comparativo Curas com Sistemas de Fusão 300 W/ em luz UV de lâmpada D a vapor de mercúrio	Exemplo da invenção Curas com luz de LED a 210 nm
Acrilato de poliéter uretano	35,0	35,0
CN102-Z	26,0	26,0
SR-306	33,0	33,0
Darocur 1173	4,0	-
Chivacure TPO	-	1,0
Igacure 369	-	3,0
DC-190	2,0	2,0

Tabela 11: Exemplo 24 - Revestimentos secundários para fibra óptica, curáveis com uma fonte de luz de LED a 395 nm

Componentes	Exemplo 24A Exemplo Comparativo,	Exemplo 24B	Exemplo 24C	Exemplo 24D	Exemplo 24E	Exemplo 24F	Exemplo 24G
	% peso	% peso	% peso	% peso	% peso	% peso	% peso
PPG/TD1/HEA	30,00	28,20	29,00	30,00	30,20	29,00	30,00
CN-110	40,00	37,60	38,00		15,00	38,00	
CN120Z				40,00	15,00		40,00
Acrilato de isobornila	7,50	7,05	7,00	7,50	7,05	7,00	7,50
Acrilato de fenoxietila	8,50	7,99	8,50	8,50	7,99	8,50	8,50
Diacrilato de tripropileno glicol	6,00	5,64	7,00	6,00	5,64	7,00	6,00
Diacrilato de hexanodionila	4,50	4,23	5,00	4,50	4,23	5,00	4,50
Chivacure TPO	0,50	0,47			0,47		
Lucirin TPO-L			1,00			1,00	

Irgacure 184	2,00	1,88		0,50	1,88		0,50
Irgacure 819		1,00	0,50	0,50	1,00	0,50	0,50
Irgacure 907			0,50	1,00		0,50	1,00
Esacure KIP 100F			2,00			2,00	
Chivacure BMS		3,00	0,50		3,00	0,50	
Chivacure 2-ITX				0,50			0,50
CN549		2,00			2,00		
Irganox 1035	0,50	0,47	0,50	0,50	0,47	0,50	0,50
DC-190	0,33	0,31	0,33	0,33	0,31	0,33	0,33
DC-57	0,17	0,16	0,17	0,17	0,16	0,17	0,17
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabela 12: Exemplo 25 - Outro Revestimento Secundário para a Fibra Óptica que é Curável por LED

Componentes (em %)	Exemplo 25A	Exemplo 25B	Exemplo 25C	Exemplo 25D	Exemplo 25E
PPG1000/TDI/HEA	23,47	23,47	23,47	23,47	23,47

HHPA/Epon 828/HEA	19,78	19,78	19,78	19,78	19,78
CN120Z	22,70	20,00	25,37	20,00	26,83
Diacrilato de 4EO bisfenol A					6,00
Diacrilato de 10EO bisfenol A				6,00	
Diacrilato de PEG400			6,00		
Acrilato de isobimila	5,97				
Acrilato de fenoxietila		6,00			
Diacrilato de tripropileno glicol	22,70	24,43	20,00		18,00
Diacrilato de hexanodionila					
Chivacure TPO Ch		0,50		1,00	3,00
Lucirin TPO-L	1,00	1,00	1,00	1,00	0,25
Irgacure 184		0,50			
Irgacure 819	0,50	0,94	0,50	0,25	0,29
Irgacure 907	0,50		0,50	0,25	0,50
Esacure KIP100F	2,00	2,00	2,00	0,87	0,50
Chivacure ISMS	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
CN549					
Irganox 1035	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
DC-1,90	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
DC-57	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabela 13: Exemplo 26 - Outro Revestimento Secundário para a Fibra Óptica que é curável por LED a 395 nm.

Componentes	Exemplo 26A	Exemplo 26B	Exemplo 26C	Exemplo 26D	Exemplo 26E
	% peso	% peso	% peso	% peso	% peso
Bomar KWS 4131	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
CN-110		2,50	5,00	5,00	7,50
CN120Z	5,00	2,50		5,00	7,50
Diacrilato de 4EO bisfenol A	80,00	70,00	75,00	60,00	70,00
Diacrilato de 10EO bisfenol A		1,00		5,00	
Diacrilato de PEG400		1,75		2,50	
Acrilato de isobornila		2,00		2,50	
Acrilato de fenoxietila		2,25	5,00	2,50	
Diacrilato de tripropileno glicol		3,00			

Diacrilato de hexanodionila				2,50	
Chivacure TPO		0,50	1,00	0,33	1,00
Lucirin TPO-L	1,00	1,00	1,00	0,33	1,00
Irgacure 184				0,34	
Irgacure 819	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Irgacure 907	0,50		0,50	0,50	0,50
Esacure KIP100F	2,00	2,00	1,00	2,00	1,00
Chivacure BMS	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
CN549					
Irganox 1035	0,50		0,50	0,12	0,25
Irganox 1076		0,25		0,13	0,12
Irganox 1010		0,25		0,25	0,13
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabela 14: Exemplo 27 - Outro Revestimento Secundário para a Fibra Óptica que é curável por LED a 395 nm.

Componentes	Exemplo	Exemplo	Exemplo	Exemplo	Exemplo
	27A	27B	27C	27D	27E

	% peso 38,00	% peso	% peso	% peso	% peso
PTHF	38,00	19,00	19,00	20,00	12,00
PTHF/IPDI/HEA		19,00			12,00
PTHF/ácido adípico/IPDI/H EA			19,00		12,00
PTHF/IPDI/TDI/ HEA				18,00	2,00
CN 110		14,00		28,00	14,00
CN120Z	28,00	14,00	28,00		14,00
Diacrilato de PEG400		8,50	8,50		
Acrilato de isobornila	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00

Acrilato de fenoxyetila	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Diacrilato de tripropileno					
Diacrilato de hexanodionila	8,50			8,50	8,50
Chivacure TPO		1,00	1,00		
Lucirin TPO-L	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50
Irgacure 184				0,50	0,50
Irgacure 819	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Irgacure 907	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Esacure	2,00	0,50	0,50	2,00	2,00
Chivacure BMS	0,50	1,00	1,00	0,50	0,50
Irganox 1035	0,50		0,50		

Irganox 1076		0,25		0,25	0,25
Irganox 1010		0,25		0,25	0,25
DC-190	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
DC-57	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabela 15: Exemplo 28 - Outro Revestimento secundário para a Fibra Óptica que é Curável por LED a 395 nm

Componentes	Exemplo 28A	Exemplo 28B	Exemplo 28C	Exemplo 28D	Exemplo 28E
	% peso	% peso	% peso	% peso	% peso
PTHF/ácido	48,50	48,50	48,50	48,50	48,50
CN-110		11,90	21,90	15,00	17,00
CN120Z	21,90	10,00		6,90	4,90

Diacrilato de tripropileno	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Diacrilato de	20,60	20,60	20,60	20,60	20,60
Chivacure TPO		1,00	1,00		
Lucirin TPO-L	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50
Irgacure 184				0,50	0,50
Irgacure 819	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Irgacure 907	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Esacure KIP100F	2,00	0,50	0,50	2,00	2,00
Chivacure EMS	0,50	1,00	1,00	0,50	0,50
Irganox 1035	1,70		1,00		
Irganox 1076		0,85	0,70	1,70	1,50
Irganox 1010		0,85		1,70	0,20
DC-190	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

DC-57	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabela 16: Exemplo 29 - Outro Revestimento secundário para a Fibra Óptica que é Curável por LED a 395 nm

Componentes	Exemplo 29A	Exemplo 29B	Exemplo 29C	Exemplo 29D	Exemplo 29E
	% peso	% peso	% peso	% peso	% peso
PPG1000/TDI/HEA			10,00	21,20	
PTHF 650/TDI/HEA		11,20			
PTHF/IPDI/HEA	21,20	10,00	11,20	5,00	21,20
CN-110			15,00		30,00
CN120Z	30,00	30,00	15,00	25,00	
Diacrilato de 4E0 bisfenol A		6,00			
Diacrilato de 10EO	11,00	5,00	11,00	10,00	11,00

bisfenol A					
Diacrilato de PEG400	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Acrilato de isobornila					
Acrilato de fenoxietila	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Diacrilato de tripropileno glicol		7,00		3,00	10,00
Diacrilato de hexanodionila	14,00	7,00	14,00	11,00	4,00
Chivacure TPO		1,00	1,00		
Lucirin TPO-L	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50
Irgacure 184				0,50	0,50
Irgacure 819	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Irgacure 907	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Esacure KIP100F	2,00	0,50	0,50	3,00	2,00
Chivacure ISMS	0,50	1,00	1,00	0,50	0,50
Irganox 1035		0,50	0,40	0,25	
Irganox 1076	0,50		0,50	0,25	0,50

Irganox 1010	0,40	0,40		0,40	0,40
DC-190	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
DC-57	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabela 17: Exemplo 30 - Outro Revestimento secundário para a Fibra Óptica que é Curável por LED a 395 nm

Componentes	Exemplo 30	Exemplo 30A	Exemplo 30B	Exemplo 30C	Exemplo 30D
	% peso	% peso	% peso	% peso	% peso
PTHF 650/TDI/HEA		27,00			
PTHF/IPDI/HEA		26,00		25,00	
PTHF/ácido			26,00		
PTHF/IPDI/HEA	53,00		27,00	27,00	53,00
CN-110		8,10		7,00	
CN-120Z	17,20	7,00	17,20	10,20	17,20
Acrilato de isobornila	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00

Acrilato de fenoxietila	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Diacrilato de tripropileno glicol	2,00	2,00	2,00	1,10	2,00
Chivacure TPO		1,00	1,00		
Lucirin TPO-L	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50
Irgacure 184				0,50	0,50
Irgacure 819	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Irgacure 907	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Esacure KIP 100F	2,00	0,50	0,50	3,00	2,00
Chivacure BMS	0,50	1,00	1,00	0,50	0,50
Irganox 1035	1,20	1,20			1,20
Irganox 1076		0,60			
Irganox 1010		0,60		1,20	
DC-190	0,10	0,50		0,50	0,10
DC-57		0,50	0,10	0,50	

Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
-------	--------	--------	--------	--------	--------

Tabela 18: Exemplo 31 - Outro Revestimento primário adequado para cura por LED

Componentes	Exemplo 31A	Exemplo 31B
	% peso	% peso
Acclaim PPG 4200/TDI/ HEA	47,05	
Acclaim PPG 4200/Priplast 3190/IPDI/HEA		47,00
Diacrilato de 3EO bisfenol A	0,84	0,84
Acrilato de nonilfenol etoxilado	43,62	
Acrilato de nonilfenol propoxilado		43,64
Lucirin TPO-L	5,00	5,00
Irgacure 819	2,00	2,00
Irganox 1035	0,47	
Irganox 1076		0,50
Tinuvin 123	0,09	0,09
A-189	0,93	0,93
Total	100,00	100,00

Tabela 19: Exemplo 32 - Outro Revestimento primário adequado para cura por LED

Componentes	Exemplo 32A	Exemplo 32B
	% peso	% peso
Acclaim PPG 4200/TDI/HEA	47,56	
PPG/IPDI/HEA		45,47
Diacrilato de 3EO bisfenol A	0,85	
Diacrilato de 10EO bisfenol A		1,00
Acrilato de nonilfenol etoxilado	44,09	
Acrilato de nonilfenol propoxilado		46,00
Lucirin TPO-L	5,00	5,00
Irgacure 819	1,00	1,00
Irganox 3790		0,50
Irganox 1035	0,47	
Irganox 1076		
Tinuvin 123	0,09	0,09
A-189	0,94	0,94

Total	100,00	100,00
-------	--------	--------

Tabela 20: Exemplo 33 - Revestimento primário adequado para a cura por LED com uma matriz de LED de 395 nm.

Componentes	Exemplo 33A	Exemplo 33B
	% peso	% peso
PPG2000IPDI/TDI/HEA	47,00	45,80
Diacrilato de tripropileno glicol	0,80	0,80
Acrilato de nonilfenol etoxilado	43,80	
Acrilato de nonilfenol propoxilado		45,00
Lucirin TPO-L	5,00	5,00
Irgacure 819	2,00	2,00
Irganox 3790		0,25
Irganox 1035	0,50	
Irganox 1076		0,25
A-189	0,90	0,90
Total	100,00	100,00

Tabela 21: Exemplo 34 - Revestimento Primário Adequado para cura por LED

Componentes	Exemplo 34A	Exemplo 34B
	% peso	% peso
BR-3741	48,00	
dibloco PPG4000/TDS/HEA		24,00
PPG/IPDI/HEA		24,00
Acrilato de nonilfenol etoxilado	38,11	
Acrilato de nonilfenol propoxilado		38,10
Acrilato de caprolactona	4,90	2,45
Vinil prolactama		2,45
Lucirin TPO-L	5,00	5,00
Irgacure 819	2,00	2,00
Irganox 3790		0,33
Irganox 1035	0,98	0,33
Irganox 1076		0,33
trimetóxi silano de 2-acrilloxipropila	0,98	0,98
Pentaeritritol tetraquis (3-mercaptopropionato)	0,03	0,03
Total	100,00	100,00

Tabela 22: Exemplo 35 - Revestimento Primário Adequado para cura por LED

Exemplo 35	Exemplo 35A	Exemplo 35B
Componentes	% peso	% peso
Acclaim PPG 4200/TDI/HEA	66,00	30,00
Acclaim PPG 4200/Priplast 3190/IPDI/HEA		30,00
Diacrilato de 3EO bisfenol A	5,50	10.50

Acrilato de nonilfenol etoxilado		6,00
Acrilato de nonilfenol propoxilado		6,15
Acrilato de caprolactona		
Acrilato de isodecila	9,80	4,90
Acrilato de tridecila		4,90
Lucirin TPO-L	4,00	4,00
Irgacure 819	1,00	1,00
Irganox 3790		0,25
Irganox 1035	0,75	0,25
Irganox 1076		0,25
Tinuvin 123	0,40	0,40
Lowilite 20	0,15	0,15
A-189	1,25	1,25
Total	100,00	100,00

Tabela 23: Exemplo 36 - Revestimento Primário Adequado para cura por LED

Componentes	Exemplo 36A	Exemplo 36B
	% peso	% peso
PPG4000/TDS/HEA dibloco	66,00	33,00
PPG2000/TDS/HEA		33,00
Diacrilato de 3EO bisfenol A	5,00	2,50
Diacrilato de 10EO bisfenol A		2,50
Acrilato de nonilfenol etoxilado	10,10	5,05
Acrilato de nonilfenol propoxilado		5,05
Acrilato de isodecila	11,60	5,80
Acrilato de tridecila		5,80

Lucirin TPO-L	4,00	4,00
Irgacure 819	1,00	1,00
Irganox 3790		0,25
Irganox 1035	0,75	0,25
Irganox 1076		0,25
Tinuvin 123	0,40	0,40
Lowilite 20	0,15	0,15
A-189	1,00	1,00
Total	100,00	100,00

Tabela 24: Exemplo 37 - Revestimentos Primários Adequados para cura por LED

Componentes	Exemplo 37A	Exemplo 37B
	% peso	% peso
PPG2000/TDS/HEA	63,00	30,00
PPG/PTHF/IPDI/HEA		33,00
Acrilato de fenoxietila	3,00	3,00
Diacrilato de tripropileno glicol	1,00	1,00
Acrilato de nonilfenol etoxilado	19,25	10,00
Acrilato de nonilfenol propoxilado		9,25
Vinil caprolactama	6,50	6,50
Lucirin TPO-L	4,00	4,00
Irgacure 819	1,00	1,00
Irganox 3790		0,20
Irganox 1035	0,60	0,20
Irganox 1076		0,20

Lowilite 20	0,15	0,15
A-189	1,50	1,50
Total	100,00	100,00

Tabela 25: Exemplo 38 - Revestimentos Primários Adequados para cura por LED

Componentes	Exemplo 38A	Exemplo 38B
	% peso	% peso
PPG2000/TDS/HEA	56,00	28,00
PPG/IPDI/HEA		28,00
Diacrilato de tripropileno glicol	0,50	0,50
Acrilato de nonilfenol etoxilado	29,75	15,00
Acrilato de nonilfenol propoxilado		14,75
Vinil caprolactama	6,50	6,50
Lucirin TPO-L	4,00	4,00
Irgacure 819	1,00	1,00
Irganox 3790		0,20
Irganox 1035	0,60	0,20
Irganox 1076		0,20
Lowilite 20	0,15	0,15
A-189	1,50	1,50
Total	100,00	111,500

Tabela 26: Exemplo 39 - Revestimentos Primários Adequados para cura por LED

Componentes	Exemplo 39A	Exemplo 39B
	% peso	% peso
PPG2000/TDS/HEA		33,00
Acclaim PPG 4200/Priplast 3190/IPDI/HEA	66,00	33,00
Diacrilato de 3EO bisfenol A	3,20	3,20
Acrilato de nonilfenol etoxilado	10,00	5,00

Acrilato de nonilfenol propoxilado		5,00
Acrilato de tridecila	7,00	7,00
Vinil caprolactama	6,00	6,00
Lucirin TPO-L	4,00	4,00
Irgacure 819	1,00	1,00
Irganox 3I,00	1,40	0,40
Irganox 1035		0,50
Irganox 1076		0,50
Tinuvin 123	0,40	0,40
A-189	1,00	1,00
Total	100,00	100,00

Tabela 27: Exemplo 40 - Revestimentos Primários Adequados para cura por LED

Componentes	Exemplo 40A	Exemplo 40B
	% peso	% peso
Acclaim PPG 4200/Priplast 3190/IPDI/HEA		25,50
PTHF/Desmodur W/IPDI/HEA	50,50	25,00
Acrilato de nonilfenol etoxilado		19,30
Acrilato de nonilfenol propoxilado	38,60	19,30
Lucirin TPO-L	4,00	4,00
Irgacure 819	1,00	1,00
Irganox 3790		0,40
Irganox 1035	1,10	0,35
Irganox 1076		0,35
Isooctil-3-mercaptoisooctil-3-mercaptopropionato	4,30	4,30
A-189	0,50	0,50
Total	100,00	100,00

Tabela 28: Exemplo 41 - Revestimentos Primários Adequados para cura por LED

Componentes	Exemplo 41A	Exemplo 41B
	% peso	% peso
PPG/PTHF/HEA	37,20	20,00
PPG/IPDI/HEA		17,20
Diacrilato de 10EO bisphenol A	3,00	3,00
Acrilato de fenoxietila	25,00	25,00
Diacrilato de tripropileno glicol		
Acrilato de nonilfenol etoxilado	28,00	14,00
Acrilato de nonilfenol propoxilado		14,00
Lucirin TPO-L	4,00	4,00
Irgacure 819	1,00	1,00
Irganox 3790		0,30
Irganox 1035		0,30
Irganox 1076	0,80	0,20
A-189	1,00	1,00
Total	100,00	100,00

Tabela 29: Exemplo 42 - Revestimentos Primários Adequados para cura por LED

Componentes	Exemplo 42A	Exemplo 42B
	% peso	% peso
PPG/PTHF/HEA		39,00
PPG/IPDI/HEA	69,00	30,00
Diacrilato de 3EO bisfenol A	8,50	4,50
Diacrilato de 10EO bisphenol		4,00
Acrilato de nonilfenol etoxilado	12,60	6,60
Acrilato de nonilfenol propoxilado		6,00

Vinil caprolactama	1,40	1,40
Lucirin TPO-L	4,00	4,00
Irgacure 819	1,00	1,00
Irganox 3790		1,00
Irganox 1035	2,50	1,00
Irganox 1076		0,50
A-189	1,00	1,00
Total	100,00	100,00

Tabela 30: Exemplo 43	Exemplo 43A	Exemplo 43B	Exemplo 43C	Exemplo 43D	Exemplo 43E
Componentes	% peso	% peso	% peso	% peso	% peso
PPG/TDI/HEA		4,38	10,00		
CN971 A80	16,06	10,00	5,06	10,00	16,06
Acclaim PPG 4200/TDI/I4EA		10,00	5,00	6,06	11,35
CN-110		2,00	5,00		11,00
CN1200Z	22,35	22,35	22,35	22,35	
Triacrilato de pentaeritritol	11,89	3,89	11,89	11,89	11,89
Triacrilato de Trimetilpropano	12,35	8,65	12,35	0,00	8,35
Acrilato de isobornila				10,35	
Diacrilato de tripopileno glicol	3,89	3,89	3,89	3,89	3,89
Diacrilato de hexanodionila	5,66	5,66	5,66	5,66	5,66
Acrilato de nonilfenol etoxilado					
Pigmento branco Dispersão	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80
Pigmento laranja Dispersão	8,55	8,55	8,55	8,55	8,55
Chivacure TPO					2,00
Lucirin TPO-L			1,00		1,00

Irgacure 184		1,38		2,00	1,00
Irgacure 819	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
Irgacure 907	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82
Darocur 1173	2,38	2,38	2,38	2,38	2,38
Chivacure 2-ITX	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
CN549	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Irganox 1035					
BHT	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
Ebecril 350	4,75	4,75	4,75	4,75	4,75
total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabela 31: Exemplo 44	Exemplo 44A- Exemplo comparativo - não é um exemplo da invenção	Exemplo 44B	Exemplo 44C	Exemplo 44D	Exemplo 44E
Componentes	% peso	% peso	% peso	% peso	% peso
PPG/TDI/HEA			11,00		
CN971A80	16,90	16,90	5,90	16,90	6,00
Acclaim PPG 4200/TDI/HEA			5,50		10,90
CN-110		11,00	5,50		
CN120Z	23,54	12,54	23,54	23,54	23,54
Diacrilato de bisfenol A etoxilado			8,34		
triacrilato de pentaeritritol	12,52	12,52	4,18	12,52	12,52
Triaerilato de Trimetilpropano	13,00	13,00	13,00		13,00
Acrilato de isobornila				6,50	
Acrilato de fenoxietila				6,50	
Diacrilato de tripropileno glicol	4,09	4,09	4,09	4,09	4,09
diacrilato de hexanodiol	5,96	3,00	5,96	5,96	5,96
Acrilato de nonilfenol Etoxilado		2,96			

Dispersão de Pigmento branco	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Dispersão de Pigmento laranja	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
Irgacure 184			1,92	1,25	2,50
Irgacure 819	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09
Irgacure 907	1,92	1,92		1,92	1,92
Darocur 1173	2,50		2,50	1,25	
Chivacure BMS		1,25			
Chivacure 2-ITX		1,25			
BHT	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
Ebecril 350	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

80

Tabela 32: Exemplo 45 - Revestimento Secundário Colorido Modificado para ser Curável por LED

Componentes	Exemplo 45A	Exemplo 45B	Exemplo 45C	Exemplo 451)	Exemplo 45E
--------------------	------------------------	------------------------	------------------------	-------------------------	------------------------

	% peso	% peso	% peso	% peso	% peso
DG-0022 PPG/TDI/HEA	23,50	13,50	23,50	2,00	23,50
CN971A80		15,00		23,50	
CN120Z	42,00	37,00	42,00	42,00	42,00
Triacrilato de pentacritritol			7,00		
Triacrilato de Trimetilpropano			3,11		
Diacrilato de tripropileno glicol	14,50	14,50	10,72	14,50	14,50
Diacrilato de hexanodiol	9,44	9,44	3,11	7,00	9,44
Acrilato de nonilfenol etoxilado	0,49	0,49	0,49	1,00	0,49
Dispersão de pigmento branco	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Dispersão de pigmento laranja	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
Lucirin. TPO-L,	2,00	2,00	1,00	2,00	1,00
Irgacure 819	1,00	1,00	1,00	0,93	0,75
IrgaL00 907	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Esacure KIP100F	2,00	1,00	1,00	1,00	0,75

8

Darocur 1173		1,00	2,00		0,50
Chivacure BMS	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Chivacure 2-ITX				1,00	2,00
BHT	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
Ebecril 350			0,33		
DC-190	0,66	0,66	0,33	0,66	0,66
DC-57	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

82

Tabela 33: Exemplo 46 Revestimentos de Matriz curáveis por LED

Componentes	Exemplo 46A	Exemplo 46B	Exemplo 46C	Exemplo 46D	Exemplo 46E
	% peso	% peso	% peso	% peso	% peso
PTHF 650/TDI/HEA	38,00	36,00	36,00	38,00	30,00
CN120Z	28,00	30,00	30,00	28,00	36,00

Acrilato de isobornila	9,48	9,48	10,00	9,48	6,50
Acrilato de fenoxietila	12,00	12,00	10,00	12,00	10,00
Diacrilato de hexanodionila	6,50	6,50	7,98	6,50	11,48
Lucirin TPO-L,	2,00	2,00	2,00	1,00	2,00
Irgacure 819	1,00	1,00	1,00	1,25	1,00
Esacure KIP100F	1,00	1,00	1,00	1,50	1,00
Irganox 245	0,50	0,50	0,50	0,75	0,50
Tinuvin 292	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
DC-190	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
DC-57	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

83

[00154] Percentual de Insaturação de Acrilato Reagido para o revestimento primário abreviado como % IAR do Método de Teste Primário:

[00155] O grau de cura na superfície superior de um revestimento primário sobre uma fibra óptica ou fio de metal é determinado por FTIR usando um acessório ATR de diamante. Os parâmetros do instrumento FTIR incluem: 100 varreduras co-adicionadas, resolução de 4 cm^{-1} , detector DTGS, uma faixa do espectro de 4000 - 650 cm^{-1} , e uma redução de aproximadamente 25% na velocidade de espelho padrão para melhorar o sinal-para-ruído. Dois espectros são necessários; um dos revestimentos líquidos não curados que corresponde ao revestimento sobre a fibra ou fio e um revestimento primário sobre a fibra ou fio.

[00156] O espectro do revestimento de líquido é obtido após cobrir completamente a superfície do diamante com o revestimento. O líquido deve ser do mesmo lote que é usado para revestir a fibra ou fio, se possível, mas o requisito mínimo é que ele deve ser da mesma formulação. O formato final do espectro deverá ser na absorbância.

[00157] Um filme fino de cimento de contato é espalhado sobre a área central de uma peça de 1-polegada quadrada de filme 3-mil Mylar. Após o cimento de contato se tornar pegajoso, uma peça de fio ou fibra óptica é colocada no mesmo. Coloca-se a amostra sob um microscópio óptico de baixa potência. Os revestimentos sobre a fibra ou fio são cortados através do vidro usando um bisturi afiado. Os revestimentos são então cortados longitudinalmente para baixo no lado superior da fibra ou fio com aproximadamente 1 centímetro, certificando-se que o corte é limpo e que o

[00158]revestimento secundário não dobra no revestimento primário. Em seguida, os revestimentos são espalhados abertos sobre o cimento de contato de tal forma que o revestimento primário próximo ao vidro ou fio é exposto como um filme plano. A fibra de vidro ou fio é rompida na área onde o revestimento primário é exposto.

[00159]O revestimento primário exposto sobre o filme de Mylar é montado no centro do diamante com o eixo da fibra ou fio paralelo à direção do feixe de infravermelhos. A pressão deve ser colocada na parte de trás da amostra para assegurar um bom contato com o cristal. O espectro resultante não deve conter quaisquer absorbâncias a partir do cimento de contato. Se os picos de cimento de contato são observados, uma nova amostra deve ser preparada. É importante executar o espectro imediatamente após a preparação da amostra, em vez de preparar as múltiplas amostras e executar espectros quando todas as preparações de amostra são completas. O formato final do espectro deverá ser de absorbância.

[00160]Tanto o líquido quanto o revestimento curado, medem a área do pico de ambos os picos de ligação dupla de acrilato a 810 cm^{-1} e um pico de referência na região $750 - 780\text{ cm}^{-1}$. A área de pico é determinada usando a técnica de linha de base onde uma linha de base é escolhida para estar tangente à absorbância mínima em cada lado do pico. A área sob o pico e acima da linha de base é então determinada. Os limites de integração para o líquido e para a amostra curada não são idênticos, mas são semelhantes, especialmente para o pico de referência.

[00161]A razão de área de pico de acrilato para a área do

$$\% RAU = \frac{(R_L - R_F) \times 100}{R_L}$$

[00162] pico de referência é determinada tanto para o líquido quanto para a amostra curada. O grau de cura, expresso como percentual de Insaturação de Acrilato Reagido (% IAR), é calculado a partir da equação abaixo:

[00163]Onde R_L é a razão da área da amostra líquida e R_F é a razão da área do primário curado.

[00164]O percentual de Insaturação de Acrilato Reagido para o revestimento secundário é abreviado como % IAR para o Método de Teste Tecundário. O grau de cura do revestimento secundário em uma fibra óptica é determinado por FTIR usando um acessório ATR de diamante. Os parâmetros do instrumento FTIR incluem: 100 varreduras co-adicionadas, resolução de 4 cm^{-1} , detector DTGS, uma faixa do espectro de 4000 - 650 cm^{-1} , e uma redução de aproximadamente 25% na velocidade de espelho padrão para melhorar a razão de sinal-para-ruído. Dois espectros são necessários; um dos revestimentos líquidos não curados que corresponde ao revestimento sobre a fibra e um dos revestimentos externos na fibra. O espectro do revestimento líquido é obtido após cobrir completamente a superfície de diamante com o revestimento. O líquido deve ser do mesmo lote que é usado para revestir a fibra se possível, mas o requisito mínimo é que ele deve ser da mesma formulação. O formato final do espectro deverá ser de absorbância.

[00165]A fibra é montada sobre o diamante e a pressão suficiente é colocada sobre a fibra para obter um espectro adequado para a análise quantitativa. Para intensidade espectral máxima, a fibra deve ser colocada no centro do

[00166]diamante paralela à direção do feixe de infravermelhos. Se a intensidade insuficiente é obtida com uma única fibra, 2-3 fibras podem ser colocadas sobre diamante paralelas entre si e tão próximas quanto possível. O formato final do espectro deverá ser de absorbância.

[00167]Tanto para o líquido quanto para o revestimento curado, a medida da área do pico de ligação dupla de acrilato a 810 cm^{-1} e de um pico de referência na região de $750 - 780\text{ cm}^{-1}$. A área de pico é determinada usando a técnica de linha de base em que uma linha de base é escolhida para ser tangente à absorbância mínima em ambos os lados do pico. A área sob o pico e acima da linha de base é então determinada. Os limites de integração para o líquido e para a amostra curada não são idênticos, mas são semelhantes, especialmente para o pico de referência.

[00168]A razão da área de pico de acrilato para a área do pico de referência é determinada tanto para o líquido

$$\% RAU = \frac{(R_L - R_F) \times 100}{R_L}$$

quanto para a amostra curada. O grau de cura, expresso como percentual de Insaturação de Acrilato Reagido (% IAR), é calculado a partir da equação abaixo:

[00169]onde R_L é a razão da área da amostra líquida e R_F é a razão da área do revestimento secundário curado.

[00170]Todas as referências, incluindo publicações, pedidos de patentes e patentes aqui citados, são incorporadas aqui por referência na mesma medida como se cada referência fosse individualmente e especificamente indicada para ser incorporada por referência e fosse estabelecida na sua totalidade aqui.

[00171]O uso dos termos "um, uma" e "uns, umas" e "o, a, os, as" e referentes similares no contexto da descrição da invenção (especialmente no contexto das reivindicações seguintes) devem ser interpretados no sentido de abranger tanto o singular quanto o plural, salvo indicação em contrário neste documento ou em clara contradição com o contexto. Os termos "compreendendo" "tendo", "incluindo" e "contendo" devem ser interpretados como termos abertos (ou seja, que significa "incluindo, mas não limitado a,"), salvo indicação em contrário. A recitação das faixas de valores descritas aqui é meramente destinada a servir como um método de forma abreviada de se referir individualmente para cada valor separado que cai dentro da faixa, a menos que indicado de outra forma aqui, e cada valor separado é incorporado no relatório descritivo como se fosse individualmente recitado aqui. Todos os métodos descritos aqui podem ser realizados em qualquer ordem apropriada, a menos que indicado de outra forma aqui ou de outra forma claramente contrariado pelo contexto. O uso de qualquer e de todos os exemplos, ou linguagem exemplar (por exemplo, "tal como") fornecida aqui é destinado apenas a esclarecer melhor a invenção e não representa uma limitação no escopo da invenção, salvo se reivindicado de outra forma. Nenhuma linguagem no relatório descritivo deve ser interpretada como indicando qualquer elemento não reivindicado como essencial para a prática da invenção.

[00172]As modalidades preferidas da presente invenção são descritas aqui, incluindo o melhor modo conhecido pelos inventores para a realização da invenção. Variações das

[00173]modalidades preferidas podem se tornar evidentes para os versados na técnica mediante a leitura da descrição anterior. Os inventores esperam que os especialistas na técnica empreguem tais variações conforme apropriado e os inventores pretendem que a invenção seja praticada de outra forma que a especificamente descrita aqui. Assim, a presente invenção inclui todas as modificações e equivalentes da matéria em questão nas reivindicações anexas aqui conforme permitido pela lei aplicável. Além disso, qualquer combinação dos elementos descritos acima em todas as variações possíveis dos mesmos está englobada pela invenção, a menos que indicado de outra forma aqui ou claramente contrariado de outra forma pelo contexto.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para o revestimento de uma fibra óptica **caracterizado** pelo fato de compreender:

(a) fornecer uma fibra óptica de vidro;

(b) revestir a referida fibra óptica de vidro, com pelo menos uma composição de revestimento curável por radiação para uma fibra óptica, em que a referida pelo menos uma composição de revestimento curável por radiação compreende:

(i) pelo menos um oligômero de (met)acrilato de uretano;

(ii) pelo menos um monômero diluente reativo; e

(iii) pelo menos um fotoiniciador;

para obter uma fibra óptica de vidro revestida com um revestimento não curado; e

(c) curar o referido revestimento não curado na referida fibra óptica de vidro revestida por irradiação do referido revestimento não curado com uma luz de diodo emissor de luz (LED), possuindo um comprimento de onda de 100 nm a 900 nm, para obter um revestimento curado possuindo uma superfície superior, o referido revestimento curado possuindo um % de Insaturação de Acrilato Reagido (% IAR) na superfície superior de cerca de 60% ou maior;

em que a luz do diodo emissor de luz (LED) possui um comprimento de onda de:

- de 100 nm a 300 nm;

- de 300 nm a 475 nm; ou

- de 475 nm a 900 nm; e

em que:

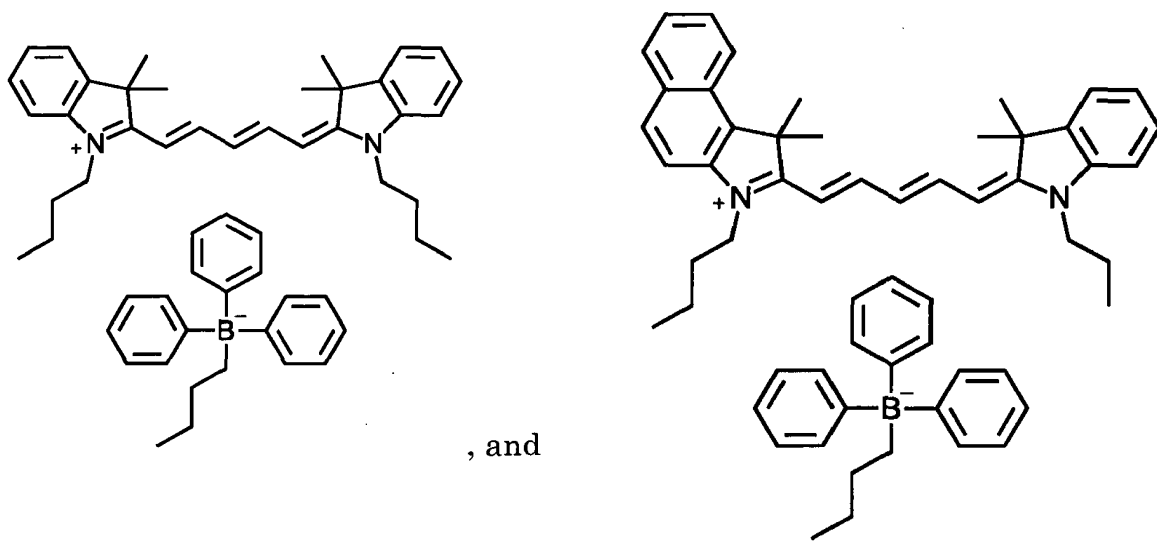
quando a luz que emite luz de diodo apresenta um

comprimento de onda de 100 - 300nm, pelo menos um fotoiniciador é selecionado de benzofenonas, tais como benzofenona, 4-metil benzofenona, 2,4,6-trimetil benzofenona e dimetoxibenzofenona, e, 1-hidroxifenil cetonas, tais como 1-hidroxiciclohexil-fenil cetona, fenil (1-hidroxi-isopropil)-cetona, 2-hidroxi-1-[4-(2-hidroxietoxi)fenil]-2-metil-1-propanona, e 4-isopropilfenil(1-hidroxi-isopropil)cetona, benzil dimetil cetal e oligo-[2-hidroxi-2-metil-1-[4-(1-metilvinil)fenil]propanona];

quando a luz que emite luz de diodo apresenta um comprimento de onda de 300 - 475nm, pelo menos um fotoiniciador é selecionado de óxidos de benzoilfosfina, óxido de 2,4,6-trimetilbenzoil difenilfosfina, 2,4,6-trimetilbenzoil fenil, óxido de etoxi fosfina, óxido de bis(2,4,6-trimetilbenzoil)-fenilfosfina, 2-metil-1-[4-(metiltio)fenil]-2-morfolinopropanona-1,2-benzil-2-(dimetilamino)-1-[4-(4-morfolinil)fenil]-1-butanona, 2-dimetilamino-2-(4-metil-benzil)-1-(4-morfolin-4-il-fenil)-butan-1-ona, 4-benzoil-4'-metil difenil sulfeto, 4,4'-bis(dietilamino) benzofenona e 4,4'-bis(N,N'-dimetilamino) benzofenona (cetona de Michler) e misturas do mesmo; e

quando a luz que emite luz de diodo apresenta um comprimento de onda de 475 nm a 900nm, pelo menos um fotoiniciador é selecionado de: canforoquinona, 4,4'-bis(dietilamino) benzofenona, 4,4'-bis (N,N'-dimetilamino) benzofenona (cetona de Michler), óxido de bis(2,4,6-trimetilbenzoil)-fenilfosfina, metallocenos, tais como bis(eta 5-2-4- ciclopentadien-1-il)bis[2,6-difluoro-3-(1H-pirrol-1-il)fenil] titânio, 5,7-diiodo-3-butoxi-6-fluorona,

2,4,5,7-tetraiodo-3-hidroxi-6-fluorona, 2,4,5,7-tetraiodo-3-hidroxi-9-ciano-6-fluorona,



2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a referida fibra óptica de vidro é fornecida pela operação de uma torre de estiramento de vidro para produzir a fibra óptica de vidro.

3. Processo, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado** pelo fato de que a torre de estiramento de vidro é operada a uma velocidade de linha da fibra óptica de 100 m/min a 2500 m/min, tal como de 1000 m/min a 2400 m/min ou de 1200 m/min a 2300 m/min.

4. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizado** pelo fato de que o fotoiniciador é um fotoiniciador tipo I.

5. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizado** pelo fato de que o fotoiniciador é um fotoiniciador tipo II e a composição inclui um doador de hidrogênio.

6. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **caracterizado** pelo fato de que a

composição de revestimento é selecionada do grupo consistindo em uma composição de revestimento primário, composição de revestimento secundário, uma composição de revestimento de tinta, uma composição de revestimento tampão, uma composição de revestimento de matriz e uma composição de revestimento *Upjacketing*.

7. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **caracterizado** pelo fato de que pelo menos 15% dos ingredientes no revestimento são de base biológica, em vez de base de petróleo, preferencialmente pelo menos 20% dos ingredientes, mais preferencialmente pelo menos 25% dos ingredientes.