



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

**(11) PI 1104781-0 B1**



**(22) Data do Depósito: 05/09/2011**

**(45) Data de Concessão: 04/02/2020**

---

**(54) Título:** MÓDULO DE FIBRA ÓPTICA

**(51) Int.Cl.:** G02B 6/44; G02B 6/02; G02B 6/36.

**(30) Prioridade Unionista:** 03/09/2010 US 61/379,931.

**(73) Titular(es):** DRAKA COMTEQ B.V..

**(72) Inventor(es):** OLIVIER TATAT.

**(57) Resumo:** MÓDULO DE FIBRA ÓPTICA COM ACESSIBILIDADE MELHORADA. A presente invenção refere-se a módulos de fibra óptica com acessibilidade melhorada. Em uma modalidade típica, o módulo de fibra óptica inclui uma ou mais fibras ópticas envolvidas por uma camada intermediária. A camada intermediária inclui tipicamente um meio polimérico com um líquido lubrificante disperso no mesmo. Um tubo de armazenamento envolve as fibras ópticas e a camada intermediária.

## MÓDULO DE FIBRA ÓPTICA

REFERÊNCIA CRUZADA A PEDIDO PRIORITÁRIO

[001] Este pedido reivindica pelo presente o benefício do Pedido de Patente U.S. N° 61/379.931 Módulo de Fibra Óptica Tendo Acessibilidade Melhorada (depositado em 3 de setembro de 2010), que é aqui incorporado integralmente por referência.

CAMPO DA INVENÇÃO

[002] A presente invenção refere-se a módulos de fibra óptica com acessibilidade melhorada.

ANTECEDENTES

[003] Quando comparada com redes com base em fios tradicionais, redes de comunicação de fibra óptica são capazes de transmitir significativamente mais informação a velocidades significativamente maiores. Fibras ópticas, portanto, estão sendo cada vez mais empregadas em redes de comunicação.

[004] Dentro de redes de fibra óptica, fibras ópticas de armazenamento rígido são empregadas comumente em várias aplicações onde o espaço é limitado. Um problema encontrado quando se usa as fibras ópticas de armazenamento rígido é de acessibilidade. É desejável ser capaz de remover o tubo protetor de isolamento rapidamente de modo que a fibra óptica protegida possa ser prontamente acessada.

[005] Fibras ópticas de armazenamento semirrígido e tubos de armazenamento folgados fornecem acessibilidade melhorada fornecendo uma folga entre o tubo de armazenamento e fibra(s) óptica(s) protegida(s). Esta folga, entretanto, fornece espaço que pode permitir que a(s) fibra(s) óptica(s) protegida(s) curve o dobre de outra forma, particularmente durante qualquer encolhimento ou estiramento

do tubo de armazenamento. Este encolhimento ou estiramento pode levar à atenuação indesejável.

[006] Consequentemente, existe uma necessidade por um módulo de fibra óptica (por exemplo, um tubo de armazenamento) tendo acessibilidade melhorada e características de atenuação satisfatórias.

[007] O documento WO 02/42422 A1 revela cabos de comunicação contendo pelo menos uma fibra óptica dentro de um tubo, um espaço entre a fibra óptica e o tubo sendo pelo menos parcialmente preenchido por um material de enchimento, em que o referido material de enchimento compreende moléculas de polímero termoplástico que foram ligadas para formar uma rede tridimensional substancialmente em todo o referido material de enchimento.

[008] O documento US 2007/031096 A1 descreve uma fibra óptica com revestimento superior, incluindo uma fibra óptica com um revestimento curável por ultravioleta (UV) e uma camada deslizante disposta entre a fibra óptica e o revestimento. O referido revestimento é um material curável por radiação que envolve a fibra óptica, em que o revestimento é removível da fibra óptica, tendo o revestimento superior uma temperatura de transição vítrea predeterminada.

[009] O documento US 5 761 363 A1 descreve uma fita de fibra óptica que inclui uma camada interfacial entre uma pluralidade de fibras ópticas revestidas e uma camada de revestimento comum. A referida camada interfacial compreende um material polimérico reticulado e um material lubrificante líquido no referido material polimérico; pelo que a referida camada interfacial aumenta a capacidade de remoção e a stripabilidade do referido revestimento comum em relação à

referida fibra óptica.

[010] O documento US 4 641 916 A1 descreve um elemento de transmissão óptica que compreende um guia de ondas leves, uma camada de almofada engatando e circundando o referido guia de ondas, uma bainha dura que envolve e protegendo o referido guia de ondas e camada de almofada e uma camada deslizante disposta entre e engatando em cada uma das referidas bainhas e a referida camada de almofada; em que a referida camada de almofada é reticulada por ultravioleta, em que a referida bainha é uma aramida de alto peso molecular e em que a referida camada de deslizamento consiste em um material reticulável.

[011] O documento US 4 072 400 A descreve uma fibra de guia de onda óptica tamponada compreendendo uma fibra de guia de onda óptica, um revestimento protetor resinoso aplicado à superfície longitudinal externa da referida fibra, um revestimento de um agente de liberação formado de óleo de silicone aplicado sobre o revestimento protetor e uma camada protetora de um material resinoso sintético termoplástico em torno da referida fibra disposta sobre o referido revestimento do agente desmoldante.

#### SUMÁRIO

[012] Consequentemente, em um aspecto, a presente invenção abrange módulo de fibra óptica. O módulo de fibra óptica inclui tipicamente uma ou mais fibras ópticas envolvidas por uma camada intermediária. A camada intermediária inclui tipicamente um meio polimérico, tal como um gel termoplástico. Um líquido lubrificante pode ser disperso dentro do meio polimérico. Um tubo de armazenamento envolve as fibras ópticas e a camada intermediária.

[013] O sumário ilustrativo acima, bem como outros objetivos e / ou vantagens da invenção, e a maneira pela qual os mesmos são alcançados, são explicadas adicionalmente dentro da descrição detalhada a seguir e seus desenhos em anexo.

#### BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

[014] A figura 1 representa esquematicamente em módulo de fibra óptica exemplificativo, de acordo com a presente invenção.

[015] A figura 2 representa esquematicamente outro módulo de fibra óptica exemplificativo de acordo com a presente invenção.

[016] A figura 3 representa dados de decapagem para módulo de fibra óptica tendo quantidades variadas de óleo de silicone e suas respectivas camada intermediárias.

[017] A figura 4A representa dados de atenuação para módulo de fibra óptica exemplificativos tendo fibras ópticas indiferentes à flexão.

[018] A figura 4B representa dados de atenuação para módulos de fibra óptica exemplificativos tendo fibras ópticas monomodo padrão.

[019] A figura 5 representa esquematicamente um cabo de fibra óptica exemplificativo de acordo com a presente invenção.

[020] A figura 6 representa dados de atenuação para um cabo de fibra óptica exemplificativo de acordo com a presente invenção.

[021] A figura 7 representa dados adicionais de atenuação para um cabo de fibra óptica exemplificativo de acordo com a presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[022] Em um aspecto, a presente invenção abrange um módulo de fibra óptica que possui excelente decapagem (por exemplo, acessibilidade às fibras ópticas).

[023] As figuras 1 e 2 representam esquematicamente módulos de fibra óptica exemplificativos 10 de acordo com a presente invenção. Cada módulo de fibra óptica 10 inclui uma ou mais fibras ópticas 11. A figura 1 representa um módulo de fibra óptica 10 tendo quatro fibras ópticas, e a figura 2 representa um módulo de fibra óptica 10 tendo duas fibras ópticas. A figura 1 e a figura 2, cada uma, representa (i) uma camada intermediária 12 envolvendo as fibras ópticas 11 e (ii) um tubo de armazenamento 13 protegendo as fibras ópticas 11 e a camada intermediária 12. Tipicamente, não existe espaço livre entre as fibras ópticas 11 e a camada intermediária 12. Além disso, tipicamente não existe espaço anelar livre entre a camada intermediária 12 e o tubo de armazenamento 13. Em outras palavras, o tubo de armazenamento 13 tipicamente envolve firmemente a camada intermediária 12.

[024] A camada intermediária 12, que pelo menos parcialmente preenche o espaço livre dentro do tubo de armazenamento 13, tipicamente tem a consistência de um gel flexível por toda a amplitude de temperatura de operação do módulo de fibra óptica, tal como de aproximadamente  $-20^{\circ}\text{C}$  até  $60^{\circ}\text{C}$ . Amplitudes de temperatura de operação maiores (por exemplo, de aproximadamente  $-40^{\circ}\text{C}$  até  $70^{\circ}\text{C}$ , tal como de aproximadamente  $-30^{\circ}\text{C}$  até  $70^{\circ}\text{C}$ ) também são possíveis. A flexibilidade do material de uma camada intermediária 12 permite que as tensões mecânicas nas fibras ópticas 11 ao mesmo tempo em que asseguram acoplamento adequado entre as fibras

ópticas 11 e o tubo de armazenamento 13. A camada intermediária 12 normalmente inclui um material de vedação e proteção de fusão a quente. A este respeito, um material "fusão a quente" é um material que se torna fluido quando suficientemente aquecido. Um material de "vedação e proteção" é um material que pode ser removido sem deixar muito resíduo, se algum.

[025] Conseqüentemente, a camada intermediária 12 inclui um material polimérico (por exemplo, um meio polimérico). O material polimérico é um gel termoplástico, formulado a partir de polímeros de hidrocarboneto sintéticos. Géis termoplásticos adequados são Macroplast CF 405 e Macroplast CF 412, que são vendidos por Henkel KGaA. Informação técnica relacionada ao gel termoplástico Macroplast CF 405 é fornecida como Apêndice I do Pedido de Patente U.S. N°. 61/379.931. Como observado, o Pedido de Patente U.S. N° 61/379.931, incluindo o Apêndice I, é incorporado integralmente por referência.

[026] Para garantir que a camada intermediária tenha propriedades mecânicas adequadas por toda a amplitude de operação do módulo de fibra óptica, o gel termoplástico tem um ponto de amolecimento que é maior do que 70°C (por exemplo, 80°C ou mais). O ponto de amolecimento pode ser medido de acordo com o método de teste ASTM E 28. O gel termoplástico também tipicamente tem uma temperatura de transição de vidro que é menor do que -40°C (por exemplo, -50°C ou menos). A temperatura de transição de vidro pode ser medida usando calorimetria diferencial de varredura ("DSC") empregando uma mudança de temperatura de 15°K/min. A título de exemplo, o gel termoplástico Macroplast CF 412 tem um ponto de amolecimento de aproximadamente 112°C e a temperatura de transição de vidro

de menos do que aproximadamente  $-80^{\circ}\text{C}$ .

[027] O gel termoplástico é tipicamente um material relativamente macio. A dureza do gel termoplástico pode ser medida de acordo com o padrão NFT 60-119. Conseqüentemente, o gel termoplástico tipicamente tem uma penetrabilidade de pelo menos aproximadamente 1,0 milímetro, tal como pelo menos 1,2 milímetro, sobre a amplitude de temperatura de  $-30^{\circ}\text{C}$  até  $70^{\circ}\text{C}$  como medida de acordo com o padrão NFT 60-119 com um time de aplicação de cinco segundos. A este respeito, gel termoplástico Macroplast CF 412 foi medido para ter uma penetrabilidade de 1,2 milímetro a  $30^{\circ}\text{C}$  como medida de acordo com o padrão NFT 60-119 com um tempo de aplicação de cinco segundos.

[028] Em algumas modalidades, o gel termoplástico pode ter uma penetrabilidade de pelo menos aproximadamente 1,5 milímetro, tal como pelo menos aproximadamente 2,5 milímetros (por exemplo, 3,0 milímetros ou mais), sobre uma amplitude de temperatura de  $-40^{\circ}\text{C}$  até  $70^{\circ}\text{C}$  como medida de acordo com o padrão NFT 60-119 com um tempo de aplicação de cinco segundos. A este respeito, foi observado que o gel termoplástico Macroplast CF 405 tem uma penetrabilidade de 3,5 milímetros a  $40^{\circ}\text{C}$ , 7,0 milímetros a  $20^{\circ}\text{C}$ , e 14,0 milímetros a  $70^{\circ}\text{C}$ , como medida de acordo com o padrão NFT 60-119 com um tempo de aplicação de cinco segundos.

[029] Um módulo de fibra óptica que inclui um tubo de armazenamento envolvendo uma fibra óptica posicionada dentro de um gel termoplástico é descrita na Publicação de Patente Internacional de No. WO 2009/091243 A1 cedida ao mesmo cessionário (publicada em 23 de julho de 2009), que é aqui incorporada integralmente por referência.

[030] Dito isto, outros materiais que tenham propriedades físicas similares (por exemplo, dureza e elasticidade) dos géis termoplásticos podem ser usados. Por exemplo, o material polimérico pode ser um material termoplástico com ou sem reticulação (por exemplo, copolímeros em bloco, tal como Kraton® elastômeros termoplásticos). A título de exemplo adicional, o material polimérico pode ser um material termorrígido.

[031] Não obstante o acima referenciado, para facilitar a decapagem melhorada do tubo de armazenamento 13 e da camada intermediária 12 das fibras ópticas 11, o presente módulo de fibra óptica emprega lubrificante. Em uma modalidade da camada intermediária 12 inclui um lubrificante, sendo óleo de silicone disperso dentro um meio polimérico. A camada intermediária 12 inclui em uma modalidade entre aproximadamente 10 por cento em peso e 20 por cento em peso de óleo de silicone (por exemplo, aproximadamente 15 por cento em peso de óleo de silicone). Se a percentagem do lubrificante for muito alta (por exemplo, mais do que aproximadamente 30 por cento em peso), o lubrificante pode não misturar adequadamente com o material polimérico (por exemplo, gel termoplástico).

[032] Em uma modalidade alternativa, as fibras ópticas podem ser revestidas com um líquido lubrificante sendo óleo de silicone, que facilita a decapagem do tubo de armazenamento e da camada intermediária das fibras ópticas. Nesta modalidade alternativa, a camada intermediária tipicamente não inclui um lubrificante disperso.

[033] O tubo de armazenamento 13 é tipicamente formado de um material termoplástico. Por exemplo, o tubo de

armazenamento 13 pode ser formado de poliéster, tal como tereftalato de polibutileno (PBT), tereftalato de polibutileno nucleado, ou tereftalato de polibutileno de baixo encolhimento; náilon, tal como poliamida 12 (PA12), poliamida amorfa 12, ou poliamida 11; cloreto de polivinila (PVC); poliolefinas, tais como polietileno (PE) ou polipropileno (PP); materiais retardadores de chamas livres de halogênio (HFRR); polímeros de uretano, tais como acrilatos de uretanos; e / ou misturas dos mesmos.

[034] Em uma modalidade exemplificativa, o tubo de armazenamento tem um diâmetro interno de aproximadamente 0,65 milímetro, um diâmetro externo de aproximadamente 1,25 milímetro, e envolve quatro fibras ópticas cada uma tendo um diâmetro externo de aproximadamente 242 microns.

[035] Em outra modalidade exemplificativa, o tubo de armazenamento tem um diâmetro interno de aproximadamente 0,55 milímetro, um diâmetro externo de aproximadamente 1,05 milímetro, e envolve duas fibras ópticas cada tendo um diâmetro externo de aproximadamente 242 microns.

[036] Para um módulo de fibra óptica contendo uma única fibra óptica de 242 microns, o tubo de armazenamento tipicamente tem um diâmetro externo de aproximadamente 900 microns. O tubo de armazenamento também tipicamente tem um diâmetro interno de entre aproximadamente 0,27 milímetro e 0,34 milímetro, mais tipicamente entre aproximadamente 0,3 milímetro e 0,34 milímetro (por exemplo, aproximadamente 0,32 milímetro). Em outras palavras, um módulo de fibra óptica contendo uma única fibra óptica de 242 microns tipicamente tem uma espessura de camada intermediária de entre aproximadamente 15 microns e 50 microns (por exemplo, aproximadamente 35

mícrons).

[037] O módulo de fibra óptica de acordo com a presente invenção pode conter ou fibras ópticas multimodo ou fibras ópticas monomodo.

[038] Em uma modalidade, o presente módulo de fibras ópticas emprega fibras ópticas multimodo convencionais tendo um núcleo de 50 mícrons (por exemplo, fibras ópticas multimodo OM2) e compatíveis com as Recomendações ITU-T G.651.1. O padrão ITU T G.651.1 (07/2007) é incorporado neste local integralmente por referência. Fibras ópticas multimodo exemplificativas que pode ser empregadas inclui fibras ópticas multimodo MaxCap™ (OM2+, OM3, ou OM4), que são vendidas por Draka (Claremont, Carolina do Norte, EUA).

[039] Alternativamente, o presente módulo de fibra ópticas pode incluir fibras ópticas multimodo indiferentes à flexão, tais como fibras ópticas multimodo MaxCap™ BB OMx, que são vendidas por Draka (Claremont, Carolina do Norte, EUA). A este respeito, fibras ópticas multimodo indiferentes à flexão tipicamente tem perdas por macro flexão de (i) não mais do que 0,1 dB em um tamanho de onda de 850 nanômetros para um enrolamento de duas voltas em volta de um carretei com um raio de flexão de 15 milímetros e (ii) não mais do que 0,3 dB em um tamanho de onda de 1300 nanômetros para um enrolamento de duas voltas em volta de um carretei com um raio de flexão de 15 milímetros.

[040] Ao contrário, fibras ópticas multimodo convencionais, de acordo com o padrão ITU T G.651.1, têm perdas de macroflexão de (i) não mais do que 1 dB em um tamanho de onda de 850 nanômetros para um enrolamento de duas voltas em volta de um carretei com um raio de flexão de 15 milímetros e

(ii) não mais do que 1 dB em um tamanho de onda de 1300 nanômetros para um enrolamento de duas voltas em volta de um carretei com um raio de flexão de 15 milímetros. Além disso, como medida usando um enrolamento de duas voltas em volta de um carretei com um raio de flexão de 15 milímetros, fibras ópticas multimodo convencionais tipicamente têm perdas de macroflexão de (i) maiores do que 0,1 dB, mais tipicamente maiores do que 0,2 dB (por exemplo, 0,3 dB ou mais), em um tamanho de onda de 850 nanômetros e (ii) maiores do que 0,3 dB, mais tipicamente maiores do que 0,4 dB (por exemplo, 0,5 dB ou mais), em um tamanho de onda de 1300 nanômetros.

[041] Em outra modalidade, as fibras ópticas empregadas no presente módulo de fibras ópticas são fibras monomodo padrão convencionais (SSMF). Fibras ópticas monomodo adequadas (por exemplo, fibras monomodo melhoradas (ESMF)) que são compatíveis com as recomendações ITU-T G.652.D são vendidas, por exemplo, por Draka (Claremont, Carolina do Norte, EUA). As recomendações ITU-T G.652 (11/2009) e cada um de seus atributos (ou seja, A, B, C e D) são incorporados pelo presente integralmente por referência.

[042] Em outra modalidade, fibras ópticas monomodo indiferentes à flexão podem ser empregadas no módulo de fibras ópticas, de acordo com a presente invenção. Fibras ópticas indiferentes à flexão são menos suscetíveis a atenuação (por exemplo, provocada por microflexão ou macroflexão). Fibras ópticas monomodo exemplificativas para uso nos presentes módulos de fibra óptica são vendidas por Draka (Claremont, Carolina do Norte, EUA) sob o nome comercial BendBright®, que é compatível com as recomendações ITU-T G.652.D. Dito isto, está dentro do escopo da presente invenção

empregar uma fibra óptica indiferente à flexão que atenda às recomendações ITU T G.657.A (por exemplo, as subcategorias ITU-T G.657.A1 (11/2009) e ITU-T G.657.A2 (11/2009)) e / ou às recomendações ITU-T G.657.B (por exemplo, as subcategorias ITU-T G.657.B2 (11/2009) e ITU T G.657.B3 (11/2009)). As recomendações ITU T G.657.A/B são incorporadas pelo presente integralmente por referência.

[043] A este respeito, fibras ópticas monomodo indiferentes à flexão exemplificativas para uso na presente invenção são vendidas por Draka (Claremont, Carolina do Norte, EUA) sob o nome comercial BendBrightXS®, que é compatível com ambas as recomendações ITU-T G.652.D e ITU-T G.657.A/B. Fibras ópticas BendBrightXS® demonstram melhoria significativa com respeito tanto à macroflexão quanto à microflexão.

[044] Como estabelecido no Pedido de Patente Internacional No. PCT/US08/82927 cedido ao mesmo cessionário para uma Fibra Óptica Resistente e de Microflexão, depositado em 9 de novembro de 2008, (Overton) (e sua contrapartida, Publicação de Pedido de Patente Internacional No. WO 2009/062131 A1) e Pedido de Patente U.S.. 12/267.732 para uma Fibra Óptica Resistente à MicroFlexão, depositada em 10 de novembro de 2008, (Overton) (e sua contrapartida, Publicação de Pedido de Patente U.S.No. US2009/0175583 A1), pareamento de uma fibra óptica de vidro indiferente à flexão (por exemplo, fibras óptica de vidro monomodo Draka's disponíveis sob o nome comercial BendBright®) e um revestimento primário que tem módulo muito alto fornece fibras ópticas que têm perdas excepcionalmente baixas (por exemplo, reduções na sensibilidade a micro flexão de pelo menos 10x quando comparado com uma fibra óptica monomodo empregando um sistema de

revestimento convencional). O módulo de fibras ópticas de acordo com a presente invenção pode empregar os revestimentos descritos na Publicação do Pedido de Patente Internacional No. WO 2009/062131 A1 e Publicação do Pedido de Patente U.S. N° US2009/0175583 A1, que são incorporados pelo presente integralmente por referência, com ou fibras ópticas monomodo ou fibras ópticas multimodo.

[045] As fibras ópticas empregadas com o presente módulo de fibras ópticas podem também ser compatíveis com os padrões IEC 60793 e IEC 60794, que são incorporados pelo presente integralmente por referência.

[046] Fibras ópticas tipicamente têm um diâmetro externo de entre aproximadamente 235 microns e 265 microns, embora as fibras ópticas que têm um diâmetro menor estejam dentro do escopo da presente invenção.

[047] A título de exemplo, a fibra de vidro componente pode ter um diâmetro externo de aproximadamente 125 microns. Com respeito às camadas de revestimento que envolvem a fibra óptica, o revestimento primário pode ter um diâmetro externo de entre aproximadamente 175 microns e 195 microns (ou seja, uma espessura de revestimento primário de entre aproximadamente 25 microns e 35 microns), e o revestimento secundário pode ter um diâmetro externo de entre aproximadamente 235 microns e 265 microns (ou seja, uma espessura de revestimento secundário de entre aproximadamente 20 microns e 45 microns). Opcionalmente, a fibra óptica pode incluir uma camada de tinta mais externa, que é tipicamente entre dois e dez microns.

[048] Os módulos de fibra óptica de acordo com a presente invenção têm acessibilidade melhorada. A este respeito, a acessibilidade pode ser testada determinando o

comprimento do tubo de armazenamento e camada intermediária que possa ser substancialmente removida em uma operação única para permitir acesso à(s) fibra(s) óptica(s).

[049] Tipicamente pelo menos aproximadamente 300 milímetros do tubo de armazenamento, e da camada intermediária podem ser removidos em uma operação única (ou seja, em uma peça) usando uma força de decapagem de menos do que aproximadamente 20 N (por exemplo, usando uma força de decapagem de aproximadamente 10 N ou menos). Mais tipicamente, pelo menos aproximadamente 400 milímetros do tubo de armazenamento e camada intermediária podem ser removidos em uma operação única usando uma força de decapagem de não mais do que aproximadamente 20 N (por exemplo, usando uma força de decapagem de menos do que aproximadamente 15 N).

[050] Em uma modalidade particular, pelo menos aproximadamente 600 milímetros do tubo de armazenamento e a camada intermediária podem ser removidos em uma operação única usando uma força de decapagem de não mais do que aproximadamente 20 N. Em outra modalidade particular, pelo menos aproximadamente 600 milímetros do tubo de armazenamento e da camada intermediária podem ser removidos em uma operação única usando uma força de decapagem de não mais do que aproximadamente 10 N. Em ainda outra modalidade particular, pelo menos aproximadamente 1200 milímetros do tubo de armazenamento e da camada intermediária podem ser removido em uma operação única usando uma força de decapagem de não mais do que aproximadamente 20 N (por exemplo, menos do que aproximadamente 15 N).

[051] Consequentemente, a(s) fibra(s) óptica(s) dentro do presente módulo de fibras ópticas pode(m) ser

acessada(s) rapidamente com risco mínimo de dano ao restante dos módulos de fibra óptica, particularmente as fibras ópticas constituintes. A este respeito, a figura 3 representa dados de teste de decapagem para módulos de fibra óptica que têm quantidades variadas de óleo de silicone dispersas em suas respectivas camadas intermediárias.

[052] Cada módulo de fibra óptica testado incluía duas fibras ópticas. Além disso, cada módulo de fibra óptica testado incluía um tubo de armazenamento PA12 tendo um diâmetro interno de 0,55 milímetro e um diâmetro externo de 1,05 milímetro.

[053] No teste de decapagem de um módulo de fibra óptica, foi feito um corte em anel no tubo de armazenamento do módulo e camada intermediária subjacente em uma distância especificada (ou seja, à distância a ser decapada, tal como 300 milímetros ou 600 milímetros) a partir da extremidade do módulo. A seguir, uma fita sensível à pressão reforçada com fibra de vidro foi aplicada sobre o módulo a partir do corte em anel até aproximadamente dez centímetros passada a extremidade do módulo (ou seja, de modo que aproximadamente dez centímetros da fita ficaram livres). Após a fita ter sido aplicada ao módulo, um dinamômetro foi preso à extremidade livre da fita sensível à pressão. A parte do módulo que não estava sendo decapada foi enrolada em volta de um mandril de 30 milímetros de diâmetro por cinco ou seis voltas. Uma fita foi aplicada sobre a parte enrolada do módulo para acoplar adicionalmente o módulo ao mandril. Foi aplicada uma força ao tubo de armazenamento para decapar o tubo de armazenamento e a camada intermediária das fibras ópticas contidas no interior a uma velocidade de aproximadamente 20 milímetros por segundo

a 50 milímetros por segundo. A força requerida para decapar a parte especificada do tubo de armazenamento e da camada intermediária foi medida usando o dinamômetro.

[054] Os presentes módulos de fibra óptica tem excelente performance de atenuação sobre uma grande amplitude de temperatura.

[055] A este respeito, a atenuação dos módulos de fibra óptica (por exemplo, unidades) pode ser medida usando teste de ciclo de temperatura. Por exemplo, uma amostra de uma unidade de fibra óptica pode ser temperatura ciclada de  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $70^{\circ}\text{C}$ . Esta ciclagem de temperatura pode ser realizada duas vezes em uma amostra (por exemplo, dois ciclos de  $40^{\circ}\text{C}$  até  $70^{\circ}\text{C}$ ).

[056] Módulos de fibra óptica contendo fibras ópticas monomodo indiferentes à flexão tipicamente tem um aumento máximo na atenuação (ou seja, perda adicionada) de menos do que  $0,1$  dB/km (por exemplo, menos do que aproximadamente  $0,05$  dB/km) em tamanho de ondas de  $1550$  nanômetros e  $1625$  nanômetros, respectivamente, durante dois ciclos sucessivos de temperatura de  $40^{\circ}\text{C}$  até  $70^{\circ}\text{C}$ . Mais tipicamente, módulos de fibra óptica contendo fibras ópticas monomodo, indiferentes à flexão têm um aumento máximo na atenuação de menos do que  $0,025$  dB/km (por exemplo, menos do que aproximadamente  $0,01$  dB/km) em tamanho de ondas de  $1550$  nanômetros e  $1625$  nanômetros, respectivamente, durante dois ciclos de temperatura de  $40^{\circ}\text{C}$  até  $70^{\circ}\text{C}$ .

[057] A figura 4A representa dados de atenuação para módulos de fibra óptica exemplificativos. Cada módulo de fibra óptica testado incluía duas fibras ópticas monomodo indiferentes à flexão compatíveis com as recomendações ITU-T

G.657.A2. Além disso, cada módulo de fibra óptica testado incluía um tubo de armazenamento PA12 tendo um diâmetro interno de 0,55 milímetro e um diâmetro externo de 1,05 milímetro. A camada intermediária em cada módulo de fibra óptica testado foi formada de Macroplast CF 412.

[058] A figura 4B representa dados de atenuação para módulos de fibra óptica exemplificativos, cada um contendo duas fibras ópticas compatíveis com as recomendações ITU-T G.652.D. As representado em uma figura 4B, módulos contendo fibras ópticas monomodo padrão convencionais (SSMF) têm performance de atenuação satisfatória (por exemplo, tendo um aumento máximo na atenuação de menos do que aproximadamente 0.1 dB/km em tamanho de ondas de 1550 nanômetros e 1625 nanômetros, respectivamente, durante dois ciclos sucessivos de temperatura de 20°C até 70°C).

[059] Em outro aspecto, a presente invenção abrange um método para fabricação de um módulo de fibra óptica.

[060] Para criar uma camada intermediária que inclui óleo de silicone como um líquido lubrificante, um gel termoplástico é amolecido por calor (por exemplo, para reduzir sua viscosidade). O líquido lubrificante é então adicionado ao gel termoplástico. O gel termoplástico é misturado para garantir distribuição uniforme do líquido lubrificante dentro do gel termoplástico. Depois de ser misturado, o gel termoplástico pode ser resfriado.

[061] Para formar um módulo de fibra óptica, uma camada intermediária e um tubo de armazenamento podem ser extrudados concorrentemente em volta de uma ou mais fibras ópticas. Alternativamente, a camada intermediária é primeiro extrudada em volta da(s) fibra(s) óptica(s). Depois disso, o

tubo de armazenamento é extrudado em volta da camada intermediária e da(s) fibra(s) óptica(s). O material usado para formar o tubo de armazenamento e a camada intermediária são tipicamente aquecidos para facilitar a extrusão. Por exemplo, o material usado para formar a camada intermediária é tipicamente aquecido até uma temperatura de entre aproximadamente 130°C e 180°C, mais tipicamente entre aproximadamente 150°C e 180°C (por exemplo, aproximadamente 160°C).

[062] Como observado, a(s) fibra(s) óptica(s) também pode(m) ser revestida(s) com um líquido lubrificante antes de a camada intermediária e o tubo de armazenamento ser extrudados em volta da(s) fibra(s) óptica(s).

[063] Em ainda outro aspecto, a presente invenção abrange um cabo de fibra óptica contendo um ou mais módulos de fibra óptica.

[064] A figura 5 representa um cabo de fibra óptica 30 exemplificativo. O cabo de fibra óptica 30 inclui um ou mais módulos de fibra óptica 31 de acordo com a presente invenção (por exemplo, o módulo de fibra óptica 10 como representado nas figuras 1 e 2). A figura 5 mostra o cabo de fibra óptica 30 tendo 24 módulos de fibra óptica 31.

[065] Um isolamento de cabo 32, que envolve os módulos de fibra óptica 31, pode ser o isolamento de camada única formado a partir de um material dielétrico (por exemplo, polímeros não condutores). A título de exemplo, o isolamento de cabo 32 pode ser formado a partir de materiais poliméricos flexíveis, de graduação plena, tal como cloreto de polivinila (PVC), poli- etileno, polipropileno, poliamidas (por exemplo, náilon), ou poliéster (por exemplo, PBT). Em uma modalidade

típica, o isolamento de cabo 32 é formado de um material retardador de chama livre de halogênio (HFFR). O isolamento de cabo 13 também pode conter outros aditivos, tais como agentes de nucleação, retardadores de chamas, retardadores de fumaça, antioxidantes, absorventes de UV, e/ou plastificantes.

[066] O isolamento de cabo 32 pode incluir componentes estruturais suplementares para fornecer proteção e resistência melhoradas. Por exemplo, um ou mais (por exemplo, dois) membros de resistência radial 33 podem ser incorporados no isolamento de cabo 32. Os membros de resistência radial podem ser formados de metal ou fibra de vidro (por exemplo, plástico reforçado com vidro "GRP"). Os membros de resistência radial 33 ajudam a limitar as deformações do cabo 30 devido às forças de tração (por exemplo, forças de tração que ocorrem durante a colocação do cabo 30 em um conduto). Os membros de resistência radial 33 também ajudam a limitar as deformações axiais do cabo 30 provocadas por contração e expansão do isolamento de cabo 32, que pode ocorrer quando o cabo 30 é sujeito a grandes mudanças na temperatura.

[067] Como observado, os módulos de fibra óptica de acordo com a presente invenção são capazes de operar dentro uma grande amplitude de temperatura.

[068] Consequentemente, o presente cabo de fibra óptica pode ser testado de acordo com o teste de ciclagem de temperatura padrão IEC 60794-1-1-F1. Em uma modalidade, o presente cabo de fibra óptica tem uma mudança na atenuação (ou seja, perda adicionada) de não mais do que aproximadamente 0,2 dB/km medida durante ou após a ciclagem de temperatura de -5°C até 50°C de acordo com o teste de ciclagem de temperatura padrão IEC 60794 1 1-F1.

[069] Alternativamente, o presente cabo de fibra óptica pode ser ciclado em temperatura de  $-40^{\circ}\text{C}$  até  $70^{\circ}\text{C}$ . Esta ciclagem de temperatura pode ser realizada duas vezes em uma amostra (por exemplo, dois ciclos de  $-40^{\circ}\text{C}$  até  $70^{\circ}\text{C}$ ). Como ilustrado pelos dados de teste representados nas figuras 6 e 7, cabos de fibra óptica de acordo com a presente invenção tipicamente têm um aumento máximo na atenuação (ou seja, perda adicionada) de menos do que aproximadamente  $0,04$  dB/km (por exemplo, menos do que aproximadamente  $0,02$  dB/km) em tamanhos de ondas de  $1550$  nanômetros e  $1625$  nanômetros, respectivamente, durante dois ciclos sucessivos de temperatura de  $-40^{\circ}\text{C}$  até  $70^{\circ}\text{C}$ .

[070] Com respeito às figuras 6 e 7, cada cabo de fibra óptica testado incluía 12 módulos de fibra óptica. Cada módulo incluía duas fibras ópticas monomodo indiferentes à flexão compatíveis com as recomendações ITU-T G.657.A2. Cada módulo incluía um tubo de armazenamento PA12 tendo um diâmetro interno de  $0,55$  milímetro e um diâmetro externo de  $1,05$  milímetro envolvendo as fibras ópticas. A camada intermediária em cada módulo era formada de Macroplast CF 412 e incluía 13 por cento de óleo de silicone. Cada cabo de fibra óptica testado tinha um isolamento de cabo formada de um material retardador de chama livre de halogênio (HFFR) com um diâmetro interno de  $5,6$  milímetros e um diâmetro externo de  $10$  milímetros. Cada cabo de fibra óptica testado tinha dois membros de resistência radial GRP com um diâmetro de  $1,0$  milímetro.

[071] Um cabo de fibra óptica de acordo com a presente invenção é particularmente adequado para a distribuição de uma rede de telecomunicações óptica dentro uma edificação. Para facilitar a distribuição da rede de

telecomunicações óptica dentro uma edificação, os módulos de fibra óptica 31 podem ser desviados do cabo de fibra óptica 30. Para desviar o módulo de fibra óptica 31 do cabo de fibra óptica 30, são feitos dois cortes no isolamento de cabo 32 a fim de criar (i) uma primeira abertura através da qual um módulo de fibra óptica 31 é cortado e (ii) uma segunda abertura através da qual o módulo de fibra óptica cortado 31 é puxado para fora a fim de ser desviado. A distância entre o primeiro e o segundo cortes é tipicamente de aproximadamente 20 metros, permitindo deste modo que um comprimento de 20 metros do módulo de fibra óptica 31 seja desviado.

[072] Para complementar a presente divulgação, este pedido incorpora integralmente por referência as seguintes patentes, publicações de pedido de patente e pedidos de patente cedidos ao mesmo cessionário: Patente U.S. N° 4.838.643 para uma Fibra Monomodo Indiferente à Flexão para Uso em Aplicações de Encaminhamento de Fibra Óptica (Hodges e outros); Patente U.S. N° 7.623.747 para uma Fibra Óptica Monomodo (de Montmorillon e outros); Patente U.S. N° 7.587.111 para uma Fibra Óptica Monomodo (de Montmorillon e outros); Patente U.S. N° 7.356.234 para uma Fibra de Compensação de Dispersão Cromática (de Montmorillon e outros); Patente U.S. N° 7.483.613 para uma Fibra de Compensação de Dispersão Cromática (Bi-got-Astruc e outros); Patente U.S. N° 7.526.177 para uma Fibra Óptica Dopada em Flúor (Matthijsse e outros); Patente U.S. N° 7.555.186 para uma Fibra Óptica (Flammer e outros); Publicação de Pedido de Patente U.S. N° US2009/0252469 A1 para uma Fibra Óptica de Dispersão Deslocada (Sillard e outros); Publicação de Pedido de Patente U.S. N° US2011/0044595 A1 para uma Fibra Óptica de Transmissão de Grande Área Efetiva

(Sillard e outros); Publicação de Pedido de Patente Internacional No. WO 2009/062131 A1 para uma Fibra Óptica Resistente à Microflexão, (Overton); Publicação de Pedido de Patente U.S. N° US2009/0175583 A1 para uma Fibra Óptica Resistente à Microflexão, (Overton); Publicação de Pedido de Patente U.S. N° US2009/0279835 A1 para uma Fibra Óptica Monomodo Tendo Perdas por Flexão Reduzidas, depositado em 6 maio de 2009, (de Montmorillon e outros); Patente U.S. N° 7.889.960 para uma Fibra Óptica Monomodo Indiferente à Flexão, (de Montmorillon e outros); Publicação de Pedido de Patente U.S. N° US2010/0021170 A1 para um Sistema Óptico com Largura de Onda Multiplexada com Fibras Ópticas Multimodo, depositado em 23 de junho de 2009, (Lumineau e outros); Publicação de Pedido de Patente U.S. N° US2010/0028020 A1 para Fibras Ópticas Multimodo, depositado em 7 de julho de 2009, (Gholami e outros); Publicação de Pedido de Patente U.S. N° US2010/0119202 A1 para uma Fibra Óptica de Diâmetro Reduzido, depositado em 6 de novembro de 2009, (Overton); Publicação de Pedido de Patente U.S. N° US2010/0142969 A1 para um Sistema Óptico Multimodo, depositado em 6 de novembro de 2009, (Gholami e outros); Publicação de Pedido de Patente U.S. N° US2010/0118388 A1 para uma Fibra Óptica Amplificadora e Método de Fabricação, depositado em 12 de novembro de 2009, (Pastouret e outros); Publicação de Pedido de Patente U.S. N° US2010/0135627 A1 para uma Fibra Óptica Amplificadora e Método de Produção, depositado em 2 de dezembro de 2009, (Pastouret e outros); Publicação de Pedido de Patente U.S. N° US2010/0142033 para um Amplificador de Fibra Óptica Resistente à Radiação Ionizante, depositado em 8 de dezembro de, 2009, (Regnier e outros); Publicação de Pedido de Patente U.S. N° US2010/0150505 A1 para uma Fibra

Óptica de Armazenamento, depositado em 11 de dezembro de, 2009, (Testu e outros); Publicação de Pedido de Patente U.S. N° US2010/0171945 para um Método de Classificação de um índice Graduado de Fibra Óptica Multimodo, depositado em 7 de janeiro de 2010, (Gholami e outros); Publicação de Pedido de Patente U.S. N° US2010/0189397 A1 para uma Fibra Óptica Monomodo, depositado em 22 de janeiro de 2010, (Richard e outros); Publicação de Pedido de Patente U.S. N° US2010/0189399 A1 para uma Fibra Óptica Monomodo Tendo uma Área Efetiva Aumentada, depositado em 27 de janeiro de 2010, (Sillard e outros); Publicação de Pedido de Patente U.S. N° US2010/0189400 A1 para uma Fibra Óptica Monomodo, depositado em 27 de janeiro de 2010, (Sillard e outros); Publicação de Pedido de Patente U.S. N° US2010/0214649 A1 para um Amplificador de Fibra Óptica Tendo Nanoestruturas, depositado em 19 de fevereiro de 2010, (Burov e outros); Publicação de Pedido de Patente U.S. N° US2010/0254653 A1 para uma Fibra Multimodo, depositado em 22 de abril de 2010, (Molin e outros); Publicação de Pedido de Patente U.S. N° US2010/0310218 A1 para uma Fibra Óptica Multimodo de Grande Largura de Banda Tendo um Efeito de Revestimento Reduzido, depositado em 4 de junho de 2010, (Molin e outros); Publicação de Pedido de Patente U.S. N° US2011/0058781 A1 para uma Fibra Óptica Multimodo Tendo Perdas por Flexão Melhoradas, depositado em 9 de setembro de 2010, (Molin e outros); Publicação de Pedido de Patente U.S. N° US2011/0064367 A1 para uma Fibra Óptica Multimodo, depositado em 17 de setembro de 2010, (Molin e outros); Publicação de Pedido de Patente U.S. No. US2011/0069724 A1 para uma Fibra Óptica para Geração de Frequência Somada, depositado em 22 de setembro de, 2010, (Richard e outros); Publicação de Patente

U.S. N° US2011/0116160 A1 para uma Fibra Óptica Dopada em Terras Raras Tendo Pequena Abertura Numérica, depositado em 11 de novembro de 2010, (Boivin e outros); Publicação de Patente U.S. N° US2011/0123161 A1 para uma Fibra Óptica Multimodo de Grande Largura de Banda com Efeito de Revestimento Reduzido, depositado em 24 de novembro de 2010, (Molin e outros); Publicação de Patente U.S. N° US2011/0123162 A1 para uma Fibra Óptica Multimodo de Grande Largura de Banda, Dual, com Trincheira de Proteção (Trench Assisted), depositado em 24 de novembro de 2010, (Molin e outros); Publicação de Patente U.S. N° US2011/0135262 A1 para uma Fibra Óptica Multimodo com Baixas Perdas por Flexão e Efeito de Revestimento Reduzido, depositado em 3 de dezembro de 2010, (Molin e outros); Publicação de Patente U.S. N° US2011/0135263 A1 para uma Fibra Óptica Multimodo de Grande Largura de Banda Tendo Perdas por Flexão Reduzidas, depositado em 3 de dezembro de 2010, (Molin e outros); Publicação de Patente U.S. N° US2011/0188826 A1 para uma Fibra Óptica Deslocada de Dispersão Diferente de Zero Tendo uma Grande Área Efetiva, depositado em de janeiro de 31, 2011, (Sillard e outros); Publicação de Patente U.S. N° US2011/0188823 A1 para uma Fibra Óptica Deslocada de Dispersão Diferente de Zero Tendo um Tamanho de Onda de Corte Pequeno, depositado em 31 de janeiro de 2011, (Sillard e outros); Pedido de Patente U.S. N° 13/037.943 para uma Fibra Óptica Multimodo de Grande Largura de Banda Tendo Perdas por Flexão Reduzidas, depositado em 1 de março de 2011, (Bigot-Astruc e outros); Pedido de Patente U.S. N° 13/048.028 para uma Fibra Óptica Monomodo, depositado em 15 de março de 2011, (Montmorillon e outros); Pedido de Patente Norte Americana No. 13/175.181 para uma Fibra Óptica Monomodo, depositado em 1 de julho de 2011,

(Bigot-Astruc e outros); e Pedido de Patente U.S. N° 13/206.943 para um Método para Fabricação de uma Fibra Óptica Pré-formada, depositado em 10 de agosto de 2011, (Montmorillon e outros).

[073] Para complementar a presente divulgação, este pedido incorpora integralmente por referência as seguintes patentes, publicações de pedido de patente e pedidos de patente cedidos ao mesmo cessionário: Patente U.S. N° 5.574.816 para Tubos de armazenamento de Copolímero de Polipropileno Polietileno para Cabos de Fibra Óptica e Método Para Fabricação dos Mesmos; Patente U.S. N° 5.717.805 para Concentrações de Tensão em um Cordão de Fibra Óptica para Facilitar a Separação do Material da Matriz do Cordão; Patente U.S. N° 5.761.362 para Tubos de armazenamento de Copolímero de Polipropileno Polietileno para Cabos de Fibra Óptica e Método Para Fabricação dos Mesmos; Patente U.S. N° 5.911.023 para Materiais de Poliolefina Adequados para Componentes de Cabo de Fibra Óptica; Patente US. No. 5.982.968 para Concentrações de Tensão em um Cordão de Fibra Óptica para Facilitar a Separação do Material da Matriz do Cordão; Patente U.S. N° 6.035.087 para uma Unidade Óptica para Cabos Ópticos de Fibra; Patente US. No. 6.066.397 para Varetas de Adição de Polipropileno para Cabos de Comunicações de Fibra Óptica; Patente U.S. N° 6.175.677 para um Multicordão de Fibra Óptica e Método para Fabricação do Mesmo; Patente U.S. N° 6.085.009 para Géis de Bloqueio de Água Compatíveis com Tubos de armazenamento de Cabo de Fibra Óptica de Poliolefina e Cabos Feitos com Estes; Patente U.S. N° 6.215.931 para Elastômeros de Poliolefina Termoplástica Flexível para Isolamento de Elementos de Transmissão em um Cabo de Telecomunicações; Patente U.S. N° 6.134.363 para um Método

para Acessar Fibras Ópticas na Região do Meio do Vão de um Cabo de Fibra Óptica; Patente U.S. N° 6.381.390 para um Cordão de Fibra Óptica Codificado por Cor e Ferramenta para Fabricação dos Mesmos; Patente U.S. N° 6.181.857 para um Método para Acessar Fibras Ópticas Contidas em um Invólucro; Patente U.S. N° 6.314.224 para um Isolamento de Cabo de Parede Grossa com Seção Transversal de Cavidade Não Circular; Patente U.S. N° 6.334.016 para um Material de Matriz de Cordão de Fibra Óptica Tendo Ótimas Características de Manuseio; Patente U.S. N° 6.321.012 para uma Fibra Óptica Tendo Material Dilatável com Água para Identificação de Agrupamentos de Grupos de Fibra; Patente U.S. N° 6.321.014 para um Método para Fabricação de Cordão de Fibra Óptica; Patente U.S. N° 6.210.802 para Varetas de Adição de Polipropileno para Cabos de Fibra Óptica de Comunicações; Patente U.S. N° 6.493.491 para um Cabo Óptico Suspenso para Instalação Aérea; Patente U.S. N° 7.346.244 para um Membro de Resistência Central Revestido para Cabos Ópticos de Fibra com Encolhimento Reduzido; Patente U.S. N° 6.658.184 para uma Camada Externa Protetora para Fibras Ópticas; Patente U.S. N° 6.603.908 para um Tubo de Armazenamento que Resulta em Fácil Acesso e Baixa Atenuação de Fibras Dispostas Dentro do Tubo de armazenamento; Patente U.S. N° 7.045.010 para um Aplicador Para Armazenamento de Gel de Alta Velocidade de Tubo Flexível de Feixes de Fibra Óptica; Patente U.S. N° 6.749.446 para um Cabo de Fibra Óptica com Membros de Amortecimento Protegendo Conjunto de Cordões de Fibra Óptica; Patente U.S. N° 6.922.515 para um Método e Aparelho para reduzir Variação de Excesso de Comprimento de Fibra em Tubos de armazenamento de Cabo Óptico de Fibra; Patente U.S. N° 6.618.538 para um Método e Aparelho para reduzir Variação de Excesso de

Comprimento de Fibra em Tubos de armazenamento de Cabo Óptico de Fibra; Patente U.S. N° 7.322.122 para um Método e Aparelho para Curar uma Fibra Tendo Pelo Menos Dois Estágios de Cura de Revestimento de Fibra; Patente U.S. N° 6.912.347 para um Cabo de Fibra Óptica Otimizado Adequado Para Instalação Soprada em Microduto; Patente U.S. N° 6.941.049 para um Cabo de Fibra Óptica Sem Membros Rígidos de Resistência e um Coeficiente Reduzido de Expansão Térmica; Patente U.S. N° 7.162.128 para Uso de Espiral de Acoplamento de Tubo de armazenamento para Evitar Retração da Fibra; Patente U.S. N° 7.515.795 para uma Fita Adesiva Dilatável com Água para Acoplamento Quando Usada Dentro de um Tubo de armazenamento (Overton e outros); Publicação de Pedido de Patente U.S. N° 2008/0292262 para uma Construção de Tubo de armazenamento de Fibra Óptica de Isolamento Sem Lubrificante Utilizando um Fio Texturizado Dilatável com Água (Overton e outros); Publicação de Pedido de Patente Europeu No. 1.921.478 A1, para um Cabo de Fibra Óptica de Telecomunicação (Tatat e outros); Patente U.S. N° 7.72.204 para um Método para Fabricação de uma Fibra Óptica Pré-formada (Gonnet e outros); Patente U.S. N° 7.570.852 para um Cabo de Fibra Óptica Adequado para Instalação Soprada ou Instalação Impulsionada em Microdutos de Pequeno Diâmetro (Nothofer e outros); Patente U.S. N° 7.646.954 para um Cabo de Telecomunicações de Fibra Óptica (Tatat); Patente U.S. N° 7.599.589 para um Tubo de armazenamento/Isolamento Livre de Gel Com Elemento Óptico Acoplado Adesivamente (Overton e outros); Patente U.S. N° 7.567.739 para um Cabo de Fibra Óptica Tendo um Elemento Dilatável com Água (Overton); Patente U.S. N° 7.817.891 para um Método para Acessar Fibras Ópticas dentro de um Cabo de Telecomunicações (Lavenne e outros); Patente U.S.

Nº 7.639.915 para um Cabo de Fibra Óptica Tendo um Elemento de Acoplamento Deformável (Parris e outros); Patente U.S. Nº 7.646.952 para um Cabo de Fibra Óptica Tendo Suportes de Acoplamento Aumentados (Parris); Patente U.S. Nº 7.724.998 para uma Composição de Acoplamento para Cabo de Fibra Óptica (Parris e outros); Publicação de Pedido de Patente U.S. Nº US2009/0214167 A1 para um Tubo de armazenamento com Canais Ocos, (Lookadoo e outros); Publicação de Pedido de Patente U.S. Nº US2009/0297107 A1 para um Cabo de Fibra Óptica de Telecomunicação, depositado em 15 de maio de 2009, (Tatat); Publicação de Pedido de Patente U.S. Nº US2009/0279833 A1 para um Tubo de armazenamento com Fibras Ópticas Acopladas Adesivamente e/ou Elemento Dilatável em Água, depositado em de julho de 21, 2009, (Overton e outros); Publicação de Pedido de Patente U.S. Nº US2010/0092135 A1 para um Conjunto de Cabo de Fibra Óptica, depositado em 10 de setembro de 2009, (Barker e outros); Patente U.S. Nº 7.974.507 A1 para um Cabo de Fibra Óptica de Alta Densidade de Fibras (Lovie e outros); Patente U.S. Nº 7.970.247 para Tubos de armazenamento para Armazenamento de Meio Vão (Barker); Publicação de Pedido de Patente U.S. Nº US2010/0135623 A1 para Cabos de Descida de Fibra Única para Implantações MDU, depositado em 9 de novembro de 2009, (Overton); Publicação de Pedido de Patente U.S. Nº US2010/0092140 A1 para Cabos de Tubo Livre de Fibra Óptica, depositado em 9 de novembro de 2009, (Overton); Publicação de Pedido de Patente U.S. Nº US2010/0135624 A1 para um Cabo de Descida Chato de Tamanho Reduzido, depositado em 9 de novembro de 2009, (Overton e outros); Publicação de Pedido de Patente U.S. Nº US2010/0092138 A1 para Cabos ADSS com Fibra Óptica de Alta Performance, depositado em 9 de novembro de 2009

(Overton); Publicação de Pedido de Patente U.S. N° US2010/0135625 A1 para Cabos de Cordão de Diâmetro Reduzido com Fibra Óptica de Alta Performance, depositado em 10 de novembro de 2009, (Overton); Publicação de Pedido de Patente U.S. N° US2010/0092139 A1 para um Cabo de Tubo Livre de Fácil Acesso de Diâmetro Reduzido, depositado em 10 de novembro de 2009, (Overton); Publicação de Pedido de Patente U.S. N° US2010/0154479 A1 para um Método e Dispositivo para Fabricação de um Pré-formado Óptico, depositado em 19 de dezembro de 2009, (Milicevic e outros); Publicação de Pedido de Patente U.S. N° US 2010/0166375 para um Elemento de Bloqueio de Água Perfurado, depositado em 29 de dezembro de 2009, (Parris); Publicação de Pedido de Patente U.S. N° US2010/0183821 A1 para um Aparelho de UVLED para Curar Revestimentos de Fibra de Vidro, depositado em 30 de dezembro de 2009, (Hartsuiker e outros); Publicação de Pedido de Patente U.S. N° US2010/0202741 A1 para um Cabo de Tubo Central com Condutores de Alta Condutividade Encapsulados com Isolamento Dielétrico de Alta Resistência, depositado em 4 de fevereiro de 2010, (Ryan e outros); Publicação de Pedido de Patente U.S. N° US2010/0215328 A1 para um Cabo Tendo Elementos Extraíveis Lubrificados, depositado em 23 de fevereiro de 2010, (Tatat e outros); Publicação de Pedido de Patente U.S. N° US2011/0026889 A1 para uma Unidade de Fibra Óptica de Armazenamento Rígido Tendo Acessibilidade Melhorada, depositado em 26 de julho de 2010, (Risch e outros); Publicação de Pedido de Patente U.S. N° US2011/0064371 A1 para Métodos e Dispositivos para Inserção de Cabo Dentro de Conduto Travado, depositado em 14 de setembro de 2010, (Leatherman e outros); Publicação de Patente U.S. N° 2011/0069932 A1 para um Cabo de Fibra Óptica de Alta Densidade de Fibras, depositado

em 19 de outubro de 2010, (Overton e outros); Publicação de Patente U.S. N° 2011/0091171 A1 para um Cabo de Fibra Óptica Tendo Alta Quantidade de Fibras e Alta Densidade de Fibras e, depositado em 19 de outubro de 2010, (Tatat e outros); Publicação de Patente U.S. N° 2011/0176782 A1 para um Elemento de Bloqueio de Água Solúvel em Água, depositado em 19 de janeiro de 2011, (Parris); Pedido de Patente U.S. N° 13/096.178 para um Cabo de Centro de Processamento de Dados, depositado em 28 de abril de 2011, (Lovie e outros); Pedido de Patente U.S. N° 13/099.663 para um Cabos Ópticos de Fibra Empacotados, depositado em 3 de maio de 2011, (Quinn e outros); Pedido de Patente U.S. N° 13/111.147 para um Aparelho de Cura Empregando UVLEDs Angulados, depositado em 19 de maio de 2011, (Molin); Pedido de Patente U.S. N° 13/116.141 para um Cabo Óptico de Fibra Retardador de Chama e de Baixa Fumaça, depositado em 26 de maio de 2011, (Lovie e outros); Pedido de Patente U.S. N° 13/152.651 para um Aparelho de Cura Tendo Fontes UV Que Emitem Diferentes Amplitudes de Radiação UV, depositado em 3 de junho de 2011, (Gharbi e outros); Pedido de Patente U.S. N° 13/181.762 para Fibras Ópticas Acopladas Adesivamente e Fita de Proteção, depositado em 13 de julho de 2011, (Parris); e Pedido de Patente U.S. N° 13/206.601 para um Método e Aparelho Para Proporcionar Aumento de Intensidade de UVLED, depositado em 10 de agosto de 2011, (Overton).

[074] Na especificação e/ou figuras, foram descritas modalidades da invenção. A presente invenção não é limitada a estas modalidades exemplificativas. O uso do termo "e/ou" inclui qualquer e todas as combinações de uma ou mais dos itens associados listados. As figuras são representações esquemáticas e, portanto, não são necessariamente desenhados

em escala. A menos que observado em contrário, termos específicos foram usados em um sentido genérico e descritivo e não com propósitos de limitação.

REIVINDICAÇÕES

1. MÓDULO DE FIBRA ÓPTICA (10,31), que compreende:  
uma ou mais fibras ópticas (11);  
uma camada intermediária (12) que protege a dita uma ou mais fibras ópticas (11), em que a dita camada intermediária (12) compreende (i) um meio polimérico e (ii) um líquido lubrificante disperso dentro do dito meio polimérico; e  
um tubo de armazenamento (13,32) protegendo a dita uma ou mais fibras ópticas (11) e a dita camada intermediária, em que o dito meio polimérico compreende um gel termoplástico formulado a partir de polímeros de hidrocarbonetos sintéticos,  
em que o dito gel termoplástico tem um ponto de atenuação que é maior do que 70°C  
em que o dito líquido lubrificante compreende óleo de silicone, caracterizado pela dita camada intermediária (12) compreender entre 10 por cento em peso e 20 por cento em peso de óleo de silicone.
2. MÓDULO DE FIBRA ÓPTICA (10, 31), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo dito módulo de fibra óptica (10, 31) incluir exatamente uma fibra óptica ou compreende uma pluralidade de fibras ópticas.
3. MÓDULO DE FIBRA ÓPTICA (10, 31), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo dito gel termoplástico ter um ponto de transição de vidro que é menor do que -40°C.
4. MÓDULO DE FIBRA ÓPTICA (10, 31), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo dito tubo de armazenamento (13, 32) ser formado a partir de um material termoplástico, preferencialmente selecionado dentre um membro do grupo que consiste em i) um poliéster,

preferencialmente tereftalato de polibutileno (PBT), tereftalato de polibutileno nucleado ou tereftalato de polibutileno de baixo encolhimento; ii) um nylon, de preferência poliamida 12 (PA12), poliamida amorfa 12 ou poliamida 11; iii) um cloreto de polivinilo (PVC); iv) poliolefinas, preferencialmente polietileno (PE) ou polipropileno (PP); v) materiais retardadores de chama sem halogênio (HFRR); vi) polímeros de uretano, preferencialmente acrilatos de uretano; e uma ou mais combinações dos mesmos.

5. MÓDULO DE FIBRA ÓPTICA (10, 31), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado por não existir substancialmente nenhum espaço livre entre a dita uma ou mais fibras ópticas (11, 31) e a dita camada intermediária (12) .

6. MÓDULO DE FIBRA ÓPTICA (10, 31), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado por não existe substancialmente nenhum espaço anelar livre entre a dita camada intermediária e o dito tubo de armazenamento (13).

7. MÓDULO DE FIBRA ÓPTICA (10, 31), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado por i) cada dita fibra óptica (11) é uma fibra óptica mono modo; e ii) durante dois ciclos de temperatura de  $-40^{\circ}\text{C}$  até  $70^{\circ}\text{C}$ , cada dita fibra óptica (11) tem um aumento máximo em atenuação de menos do que 0,1 dB/km, preferencialmente menos do que 0,05 dB/km, mais preferencialmente menos do que 0,025 dB/km em tamanhos de ondas de 1550 nanômetros e 1625 nanômetros.

8. MÓDULO DE FIBRA ÓPTICA (10, 31), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado por pelo menos 300 milímetros, preferencialmente 600 milímetros, e mais preferencialmente 1200 milímetros, do dito tubo de

armazenamento (13, 32) e dita camada intermediária (12) podem ser substancialmente removidos da dita uma ou mais fibras ópticas (11) em uma operação única usando uma força de decapagem menor do que 20 N.

9. MÓDULO DE FIBRA ÓPTICA (10, 31), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado por pelo menos 400 milímetros do dito tubo de armazenamento (13, 32) e dita camada intermediária podem ser substancialmente removidos da dita uma ou mais fibras ópticas (11) em uma operação única usando uma força de decapagem menor do que 15 N.

10. MÓDULO DE FIBRA ÓPTICA (10, 31), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado por pelo menos 600 milímetros do dito tubo de armazenamento (13, 32) e dita camada intermediária podem ser substancialmente removidos da dita uma ou mais fibras ópticas (11) em uma operação usando uma força de decapagem menor do que aproximadamente 10 N.

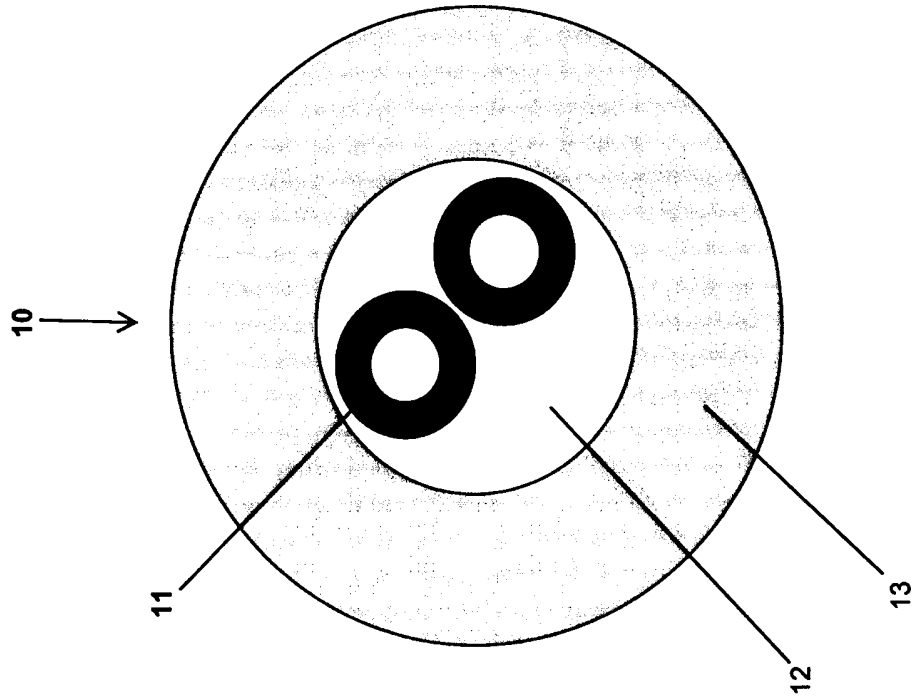


FIG. 1

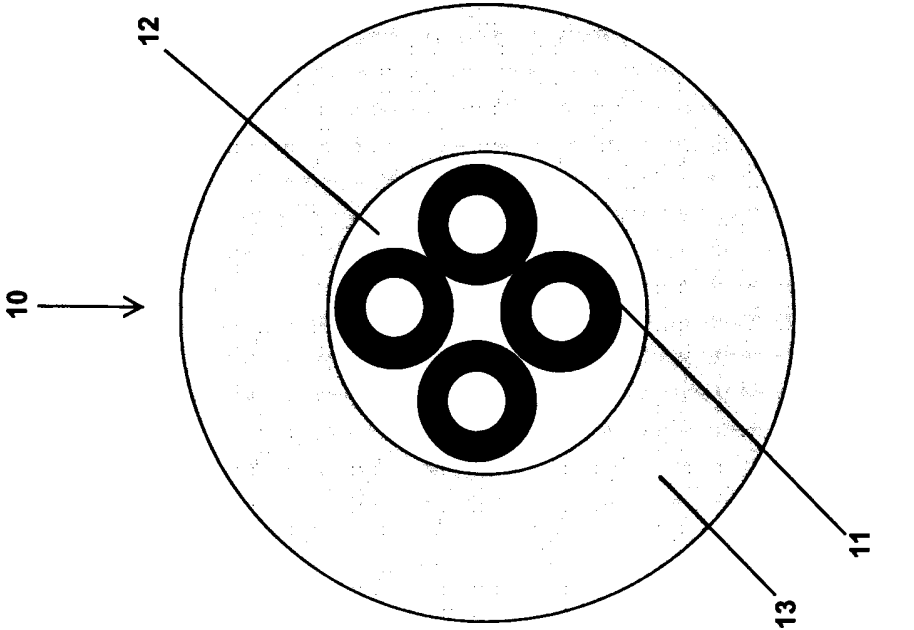
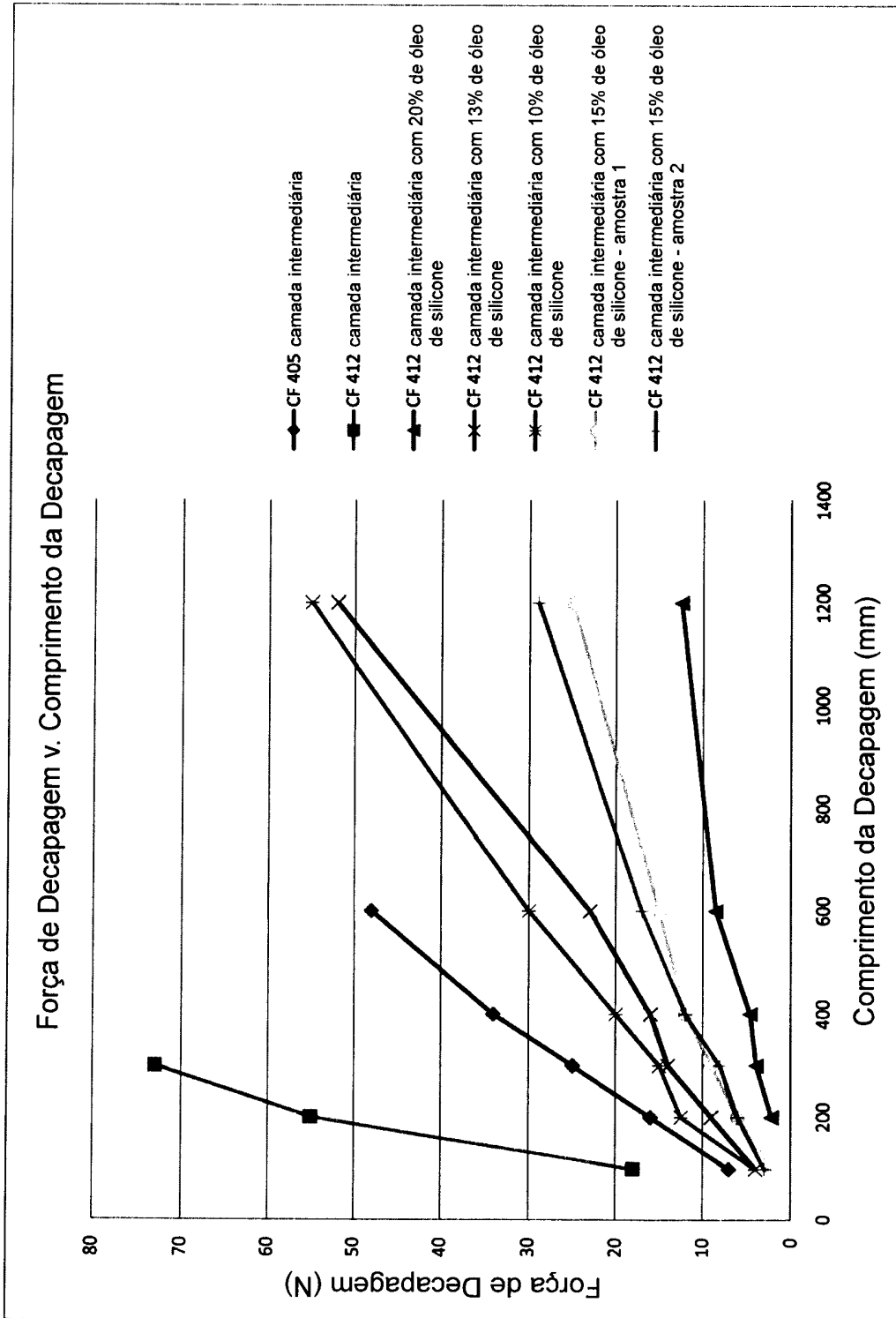


FIG. 2



**FIG. 3**

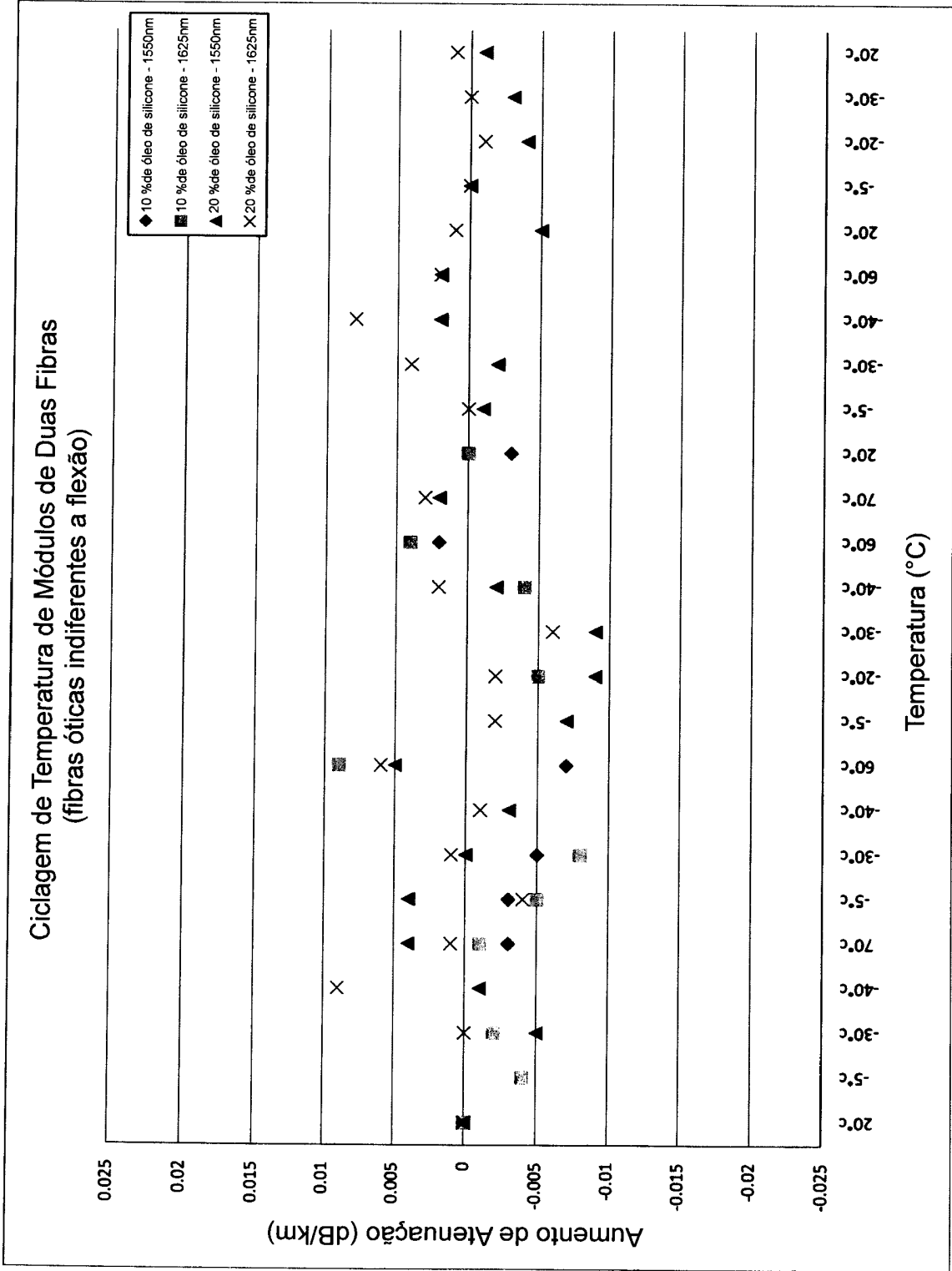


FIG. 4A



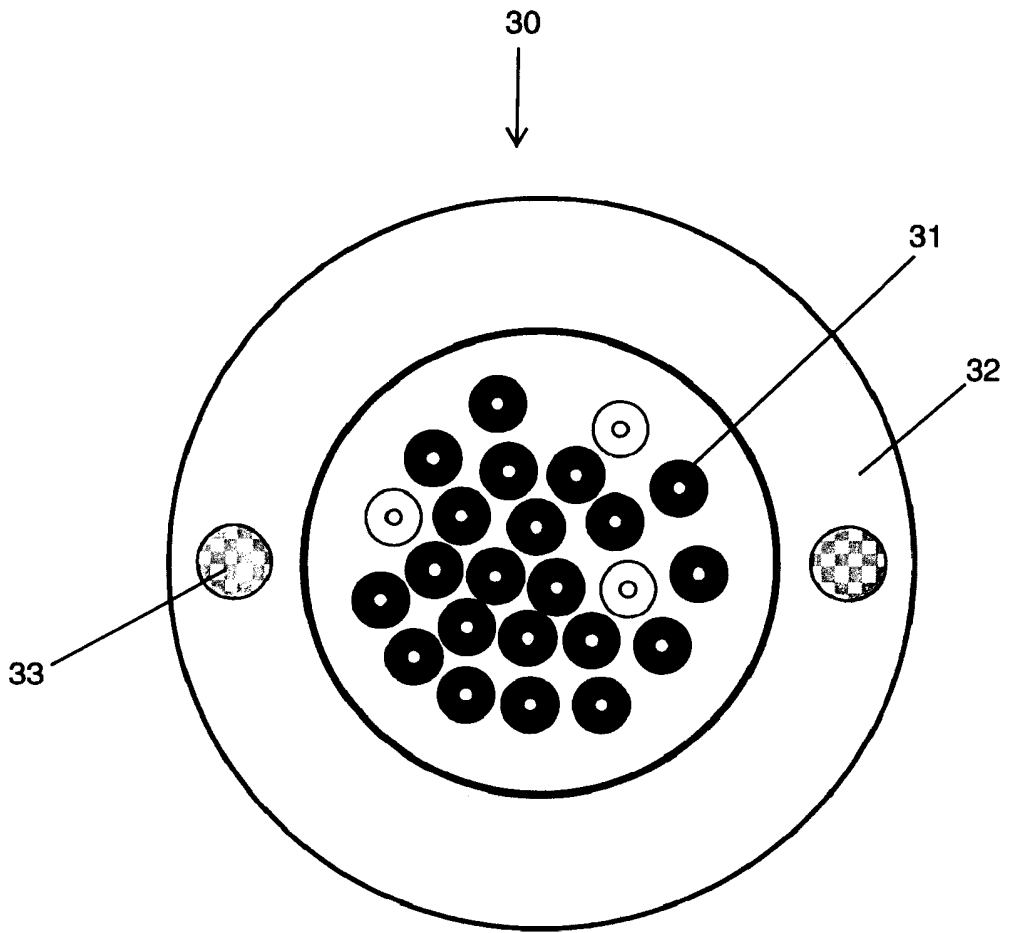


FIG. 5

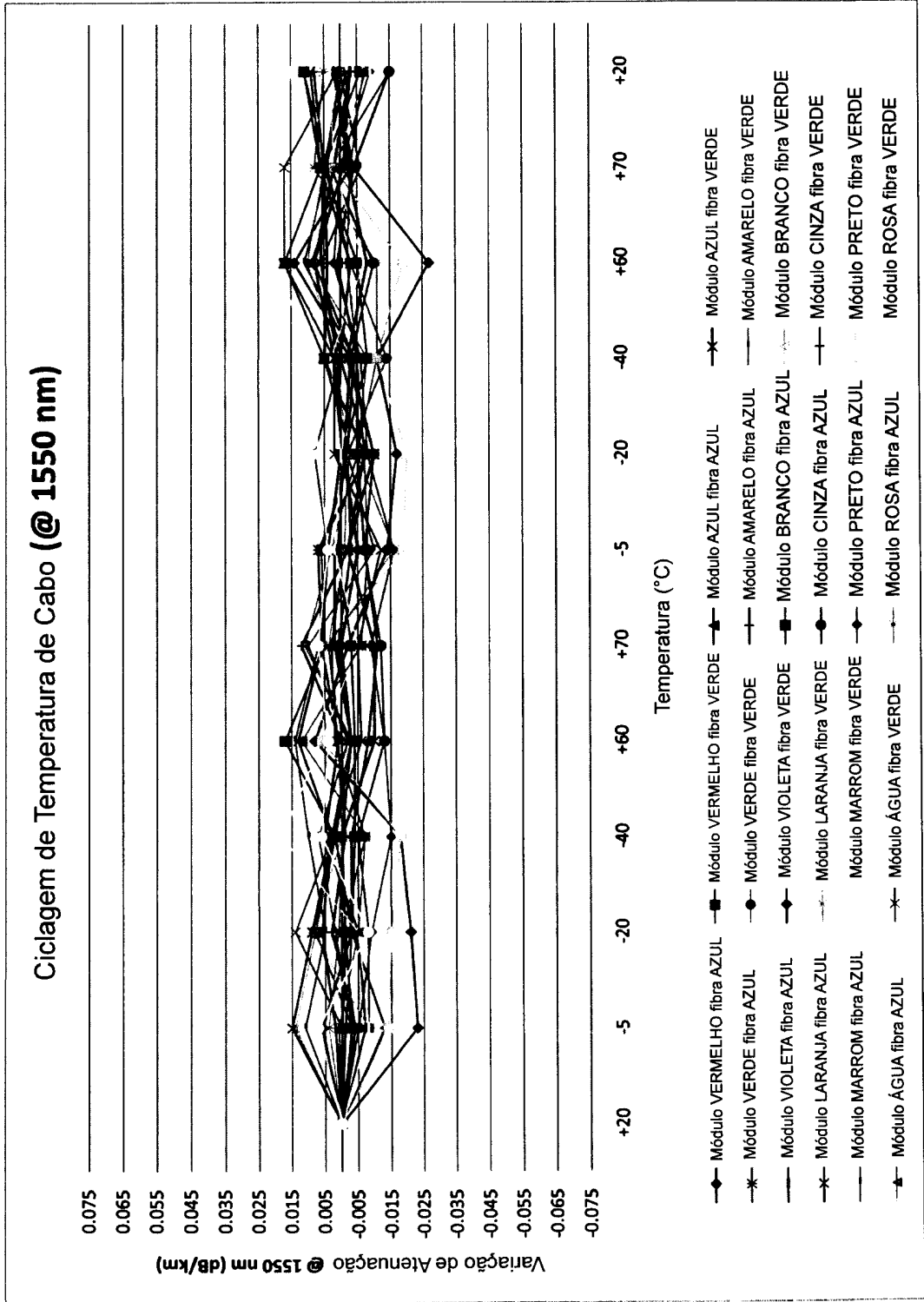


FIG. 6

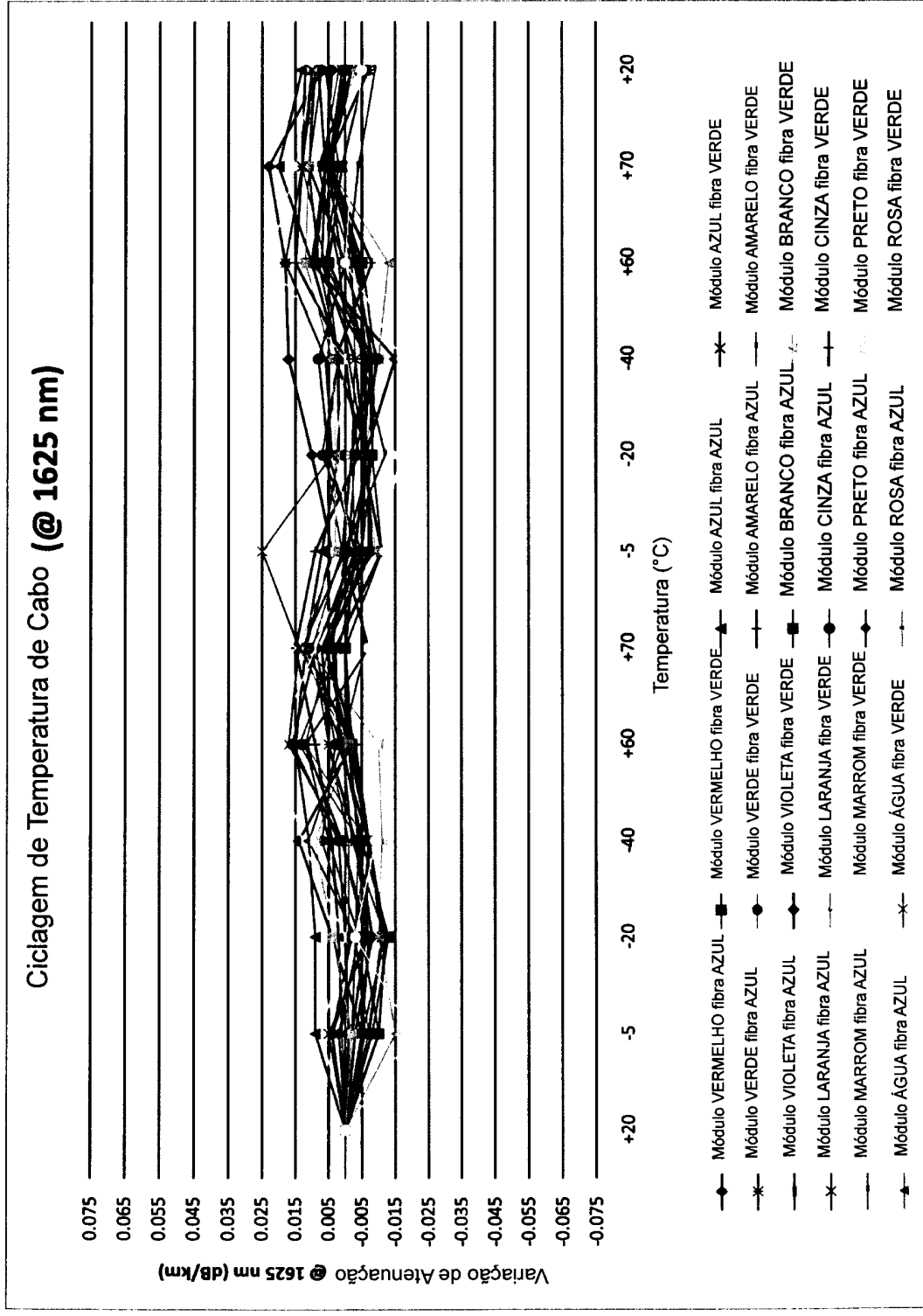


FIG. 7