



**República Federativa do Brasil**

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,  
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) BR 112018074442-5 B1**

**(22) Data do Depósito:** 06/03/2017

**(45) Data de Concessão:** 02/05/2023

---

**(54) Título:** CADEIA COM LIGAÇÃO DE CADEIA TRANÇADA CONTÍNUA

**(51) Int.Cl.:** B66C 1/12; F16G 13/12; F16G 15/12; D04C 1/06.

**(30) Prioridade Unionista:** 03/06/2016 EP 16172945.4.

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

**(72) Inventor(es):** KAREL JOZEF WETZELS; DIETRICH WIENKE; JOZEF SIEGFRIED JOHANNES HOMMINGA; ROELOF MARISSSEN; RIGOBERT BOSMAN.

**(86) Pedido PCT:** PCT EP2017055212 de 06/03/2017

**(87) Publicação PCT:** WO 2017/077141 de 11/05/2017

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 27/11/2018

**(57) Resumo:** A invenção se refere a uma cadeia que compreende uma pluralidade de ligações de cadeia interconectadas, em que pelo menos uma ligação de cadeia compreende um núcleo trançado que compreende um primeiro cabo primário que compreende elementos alongados poliméricos, sendo que o elemento alongado polimérico tem uma tenacidade de pelo menos 1,0 N/tex em que o núcleo trançado é trançado a partir de pelo menos 2 voltas consecutivas do cabo primário. A invenção também se refere a um elemento trançado em formato contínuo adequado como ligação de cadeia para a dita cadeia. A invenção se refere, ainda, a uma cadeia em que a cadeia tem uma tenacidade (Ten) em N/Tex e uma titulação combinada das 2 pernas da ligação de cadeia que compreende elementos alongados poliméricos (T) em MTex, com  $Ten = 0,50 * T - 0,05$ .

**"CADEIA COM LIGAÇÃO DE CADEIA TRANÇADA CONTÍNUA"**

**[0001]** A invenção se refere a uma cadeia que compreende múltiplas ligações de cadeia, em que pelo menos uma ligação de cadeia compreende um núcleo portador de carga que compreende um primeiro cabo primário, sendo que o primeiro cabo primário compreende elementos alongados poliméricos em que os elementos alongados poliméricos têm uma tenacidade de pelo menos 1 N/tex. A invenção também se refere a um elemento em formato contínuo adequado como um núcleo portador de carga para a cadeia da invenção.

**[0002]** Uma cadeia deve ser, de modo desejável, capaz de transmitir forças sob todos os tipos de circunstâncias e condições ambientais, frequentemente por um período de tempo prolongado, sem que a cadeia seja afetada de nenhuma maneira, como por ruptura, desfiamento, corte, fadiga, envelhecimento, corrosão, danificação e assim por diante. Outras exigências também podem ser importantes. Durante o uso das operações mencionadas acima, cadeias são submetidas a condições de desgaste e dilaceramento substancial que podem levar à abrasão extensiva da cadeia. Portanto, as cadeias devem ser duráveis. Além disso, as cadeias não devem ser apenas fortes e duráveis, porém, ao mesmo tempo, devem ser tão leves quanto possível, a fim de não aumentar indevidamente os riscos para a saúde durante o manuseio ou reduzir a carga útil, sendo que essa exigência é ainda mais importante para cadeias mais pesadas e mais fortes.

**[0003]** A cadeia com baixa carga de ruptura máxima que compreende uma pluralidade de ligações interconectados que compreendem elementos alongados poliméricos é conhecida a

partir do documento WO2008/089798. O documento WO2008/089798 revela cadeias que compreendem ligações de engate de fios multifilamentares de peso molecular ultra-alto. As ligações são construídas como múltiplas voltas de fios ou múltiplas voltas de faixas que compreendem fios. As cadeias descritas no documento WO2008/089798 têm boas tenacidades e propriedades de abrasão. Além disso, o documento WO2013186206 identificou em seus experimentos comparativos que as ligações de cadeia com alta carga de ruptura máxima com tais construções sofrem uma perda substancial de eficiência. Consequentemente, o documento WO2013186206 descreve ligações de cadeia com eficiências aumentadas em comparação às ligações de cadeia do documento WO2008/089798. O documento WO2013186206 fornece uma melhora de eficiência por um elemento em formato contínuo que compreende uma tira que é enrolada ao redor de si mesma ao passo que compreende uma torção a  $180^\circ$ , formando o denominado laço de Moebius. Com isso, a eficiência dos ditos elementos em formato contínuo é melhorada, porém, os autores não mencionam a força das cadeias descritas no documento, as quais compreendem tais ligações de cadeia. Além disso, o documento EP 1 587 752 descreve bandas redondas que consistem em um núcleo portador de carga contendo pelo menos duas voltas de uma corda portadora de carga cujas extremidades finais são divididas.

**[0004]** O objeto da presente invenção consiste em fornecer uma cadeia plenamente capaz de transmitir forças e que, além disso, mostra eficiência melhorada, também denominada retenção de força, do elemento alongado polimérico empregado em comparação às cadeias conhecidas na

técnica.

**[0005]** Esse objetivo é alcançado de acordo com a invenção por uma cadeia que compreende uma pluralidade de ligações de cadeia interconectados, em que pelo menos uma ligação de cadeia compreende um núcleo trançado que compreende um primeiro cabo primário que compreende um elemento alongado polimérico, sendo que o elemento alongado polimérico tem uma tenacidade de pelo menos 1,0 N/Tex, caracterizado pelo fato de que o núcleo trançado compreende pelo menos 2 voltas consecutivas do dito primeiro cabo primário.

**[0006]** Uma cadeia de acordo com a invenção mostra uma eficiência inesperadamente aumentada já que a cadeia retém mais da tenacidade dos elementos alongados compreendidos, especialmente para cadeias com alta carga de ruptura máxima. Além disso, a cadeia mantém ou mesmo aumenta sua durabilidade em comparação à técnica anterior e tem uma tolerância a danos substancialmente melhorada já que diversos cabos primários podem ser rompidos sem a ruptura da cadeia. Ademais, a ligação trançada de acordo com a presente invenção pode ser feito a razões entre espessura de ligação de cadeia e comprimento de ligação de cadeia que são maiores que as ditas razões para ligações horizontais de construções de corda da técnica anterior. Além disso, não há quase nenhum limite de tamanho ascendente em produção, então, cadeias e ligações de cadeia fortes com grandes dimensões são possíveis de acordo com a presente invenção. Ademais, as ligações de cadeia feitas a partir dos fios de acordo com a técnica anterior, por exemplo, como revelado no documento WO2008/089798, contêm todas as

fibras do fio disposto em direção de carga, enquanto as fibras na ligação trançada na cadeia de acordo com a presente invenção podem não estar todas dispostas em direção de carga, isto é, as fibras não se encontram na maior parte de seu comprimento. Ademais, o núcleo da ligação de cadeia da presente invenção pode conter fibras dispostas sob um ângulo com a direção de carga. Portanto, a força, isto é, tenacidade, da cadeia de acordo com a presente invenção é surpreendentemente muito maior que a força, isto é, tenacidade, das cadeias de acordo com a técnica anterior, já que a pessoa versada na técnica esperaria obter uma cadeia que tem menor força para cadeias contendo fibras que não estão dispostas em direção de carga.

**[0007]** Preferencialmente, a força estática da cadeia da invenção é de pelo menos 10 kN, mais preferencialmente pelo menos 50 kN, ainda mais preferencialmente pelo menos 100 kN, contudo ainda mais preferencialmente pelo menos 300 kN ou pelo menos 500 kN, contudo ainda mais preferencialmente pelo menos 1000 kN, contudo ainda mais preferencialmente pelo menos 10000 kN, contudo ainda mais preferencialmente pelo menos 50000 kN, contudo ainda mais preferencialmente pelo menos 100000 kN, contudo ainda mais preferencialmente pelo menos 150000 kN, contudo ainda mais preferencialmente pelo menos 500000 kN, com máxima preferência pelo menos  $10^6$  kN. Por força estática de cadeia, entende-se no presente documento a força da cadeia quando a cadeia é submetida a uma carga estática.

**[0008]** A estrutura de cadeia pode ser qualquer estrutura conhecida na técnica. A cadeia de acordo com a invenção é

caracterizada pelo fato de que a cadeia compreende ligações de cadeia interconectados. Tais cadeias são facilmente customizadas de acordo com suas necessidades. Por exemplo, seu comprimento é facilmente ajustado adicionando-se ou removendo-se ligações. A adição de ligações é, por exemplo, realizada entrelaçando-se diversos enrolamentos de um cabo primário através da abertura de uma ligação de cadeia existente e prendendo-se opcionalmente a ligação de cadeia recém-feita fixando as extremidades do cabo primário. Além disso, cadeias laterais podem ser facilmente adicionadas à cadeia (principal) de maneira similar. Essa modalidade da cadeia de acordo com a invenção também tem uma força melhorada, já que as ligações são contínuas, e, desse modo, não têm muitas extremidades cortadas.

**[0009]** As ligações de cadeia também podem ser interconectadas por todos os meios conhecidos na técnica. Preferencialmente, as ligações de cadeia interconectadas são interconectadas por entrelaçamento. Ainda em outra modalidade, a cadeia de acordo com a invenção é caracterizada pelo fato de que as ligações são interconectadas conectando-se meios que estão preferencialmente em formato de anel. Em tal modalidade, os meios de conexão compreendem preferencialmente elementos alongados de UHMWPE. Podem ser fixados aos meios de conexão por qualquer meio adequado, porém preferencialmente por costura. Em uma modalidade preferencial, os meios de conexão em formato de anel podem ter diferentes formatos, como, por exemplo, um formato circular, oval, triangular ou retangular, e podem ser feitos de qualquer material adequado, incluindo metal.

**[0010]** O elemento alongado é preferencialmente uma fibra, um fio e especialmente um fio multifilamentar. No presente documento, entende-se como fibra um corpo alongado, em que a dimensão de comprimento é muito maior que as dimensões transversais de largura e espessura. Consequentemente, o termo fibra inclui filamento, feixe, laço, tira, faixa, fita e similares que têm cortes transversais regulares ou irregulares. A fibra pode ter comprimento contínuo, conhecido na técnica como filamento, ou comprimento descontínuo, conhecido na técnica como fibra cortada. As fibras cortadas são comumente obtidas cortando-se ou rompendo-se por esticamento os filamentos. Um fio para o propósito da invenção é um elemento alongado que contém muitas fibras. Um fio multifilamentar para o propósito da invenção é um elemento alongado que contém muitos filamentos.

**[0011]** Constatou-se que as propriedades mecânicas da cadeia de acordo com a invenção, em particular, sua força, podem ser melhoradas ao pré-esticar a cadeia ou cada uma das ligações de cadeia antes de seu uso abaixo do ponto de fusão do polímero. Para elementos alongados de polietileno, o pré-esticamento da cadeia ou ligações de cadeia é realizado entre 80 - 140 °C, mais preferencialmente entre 90 - 130 °C.

**[0012]** Em uma modalidade, o núcleo da ligação de cadeia ou a cadeia de acordo com a invenção é pré-esticada a uma temperatura abaixo da temperatura de fusão  $T_m$  do polímero, aplicando-se uma carga estática de pelo menos 5 %, mais preferencialmente pelo menos 10 %, e com máxima preferência pelo menos 15 % da carga de ruptura do núcleo ou da cadeia

por um período de tempo longo o suficiente para alcançar uma deformação permanente do núcleo entre 2 e 20 %, e mais preferencialmente entre 5 e 10 %. Por deformação permanente, entende-se no presente documento a extensão da deformação a partir da qual o núcleo trançado não se recupera quando está substancialmente livre de carga.

**[0013]** Em outra modalidade, a cadeia de acordo com a invenção é submetida a diversos ciclos de carga. De preferência, o número de ciclos varia de 2 - 25, com mais preferência de 5 - 15 e, com máxima preferência, de 8 - 12, de modo que a carga máxima aplicada seja inferior a 45 % da carga de rompimento da cadeia, com mais preferência inferior a 35 % da carga de rompimento da cadeia e, com máxima preferência, inferior a 25 % da carga de rompimento da cadeia. É possível, de acordo com a invenção, descarregar a cadeia durante o ciclo de carga. Em um método preferencial, no entanto, a carga mínima aplicada é pelo menos 1 %.

**[0014]** Por pluralidade de ligações de cadeia, entende-se no contexto da presente invenção pelo menos 2 ligações de cadeia que são interconectadas como descrito mais acima. Tipicamente para uma cadeia, uma pluralidade consiste em pelo menos 3, preferencialmente pelo menos 4 e com máxima preferência pelo menos 5 ligações de cadeia interconectados. Cadeias com números crescentes de ligações têm mais versatilidade em suas aplicações.

**[0015]** Pelo menos uma ligação de cadeia da cadeia de acordo com a invenção compreende um núcleo trançado que compreende pelo menos 2 voltas consecutivas de um primeiro cabo primário, enquanto o núcleo trançado compreende



preferencialmente mais voltas consecutivas do dito primeiro cabo primário. O núcleo trançado também pode compreender volta única ou múltiplas voltas de demais (segundo, terceiro, etc.) cabos primários. Por voltas, no contexto da presente invenção, entende-se que um comprimento de um cabo primário completa um laço ou revolução no núcleo trançado da ligação de cadeia, em que o cabo primário forma uma parte constituinte do núcleo trançado, ou entende-se, ainda, que o cabo primário e os demais cabos primários opcionais formam a construção trançada do núcleo. Nesse contexto, volta pode ser sinônimo de laço ou revolução. Por voltas consecutivas, entende-se que o dito comprimento do cabo primário após completar uma primeira volta é diretamente engatado em uma segunda volta no núcleo trançado. Consequentemente, o núcleo trançado ou núcleos trançados da cadeia da invenção têm um corte transversal que compreende diversos cortes transversais de cabos primários originados do mesmo cabo primário ou de diferentes cabos primários. Em uma modalidade preferencial, o corte transversal do núcleo trançado consiste substancialmente nos cortes transversais de cabos primários originados do mesmo cabo primário ou diferentes cabos primários. Preferencialmente, o núcleo trançado tem um corte transversal equivalente a pelo menos 3, preferencialmente pelo menos 4, mais preferencialmente pelo menos 6 cortes transversais do primeiro cabo primário. Consequentemente, em uma modalidade preferencial, o núcleo trançado compreende pelo menos 3, preferencialmente pelo menos 4 e mais preferencialmente pelo menos 6 voltas consecutivas do primeiro cabo primário. A presença de

números maiores de voltas consecutivas do primeiro cabo primário no núcleo trançado aumenta a tolerância a danos do núcleo trançado e da cadeia. Quanto mais voltas consecutivas de um cabo primário específico o núcleo trançado contiver, mais robusto e resistente a danos o núcleo trançado será. Ao aumentar o dito número de voltas consecutivas de um cabo primário no núcleo trançado, a resistência a deslizamento da ligação de cadeia e da cadeia melhora. Essa natureza trançada de todas as voltas consecutivas em cada ligação diminui, a cada volta, a carga residual na conexão de extremidade de ambas as extremidades remanescentes do cabo de modo significativo. Isso significa que a conexão de extremidade dividida, costurada, colada, soldada ou amarrada de ambas as extremidades do cabo não é necessária para impedir deslizamento, já que toda a ligação forma uma divisão integral por si só, porém ainda pode ser aplicada para evitar qualquer deslizamento. Não há nenhum limite superior quanto ao número de voltas do mesmo cabo primário na construção de núcleo trançado, porém números maiores aumentarão o nível de complexidade do núcleo trançado e tornarão a fabricação mais dispendiosa. Preferencialmente, o número de voltas do mesmo cabo primário no núcleo trançado é de no máximo 24, mais preferencialmente no máximo 18 e com máxima preferência no máximo 12.

**[0016]** o pelo menos um núcleo trançado da cadeia de acordo com a invenção pode compreender um ou mais cabos primários adicionais, sendo que cada cabo primário adicional forma uma única volta ou múltiplas voltas consecutivas no núcleo trançado. Os ditos cabos primários

adicionais permitem uma flexibilidade maior de projeto com um esforço de fabricação reduzido. Preferencialmente, o número de cabos primários adicionais no núcleo trançado é de no máximo 11, mais preferencialmente no máximo 5, enquanto mais preferencialmente o número total de cabos primários, incluindo o primeiro cabo primário, no núcleo trançado é 1, 2, 3, 4 ou 6. Identificou-se que o dito número preferencial de cabos primários representa um bom meio-termo entre vantagens de fabricação e tolerância a danos da cadeia da invenção.

**[0017]** Em uma modalidade preferencial, o núcleo trançado compreende um ou mais cabos primários adicionais, sendo que o dito núcleo trançado compreende pelo menos 2 voltas consecutivas de cada um dos um ou mais cabos primários adicionais, preferencialmente pelo menos 3 voltas consecutivas, mais preferencialmente pelo menos 4 e com máxima preferência pelo menos 6 voltas consecutivas de cada um dentre o um ou mais cabos primários adicionais. Consequentemente, na dita modalidade preferencial, um núcleo trançado da cadeia da invenção pode compreender um total de 2, 3, 4 ou 6 cabos primários distintos, em que pelo menos 2, preferencialmente todos, dos ditos cabos primários formam pelo menos 2, preferencialmente pelo menos 3 voltas, mais preferencialmente pelo menos 4 e com máxima preferência pelo menos 6 voltas consecutivas da construção de núcleo trançado.

**[0018]** A adição do número de voltas de cada um dos cabos primários distintos fornecerá o número total de voltas de cabos primários presentes no núcleo trançado. Em uma modalidade preferencial, a razão entre o número total de

voltas de cabo primário no núcleo trançado e o número de cabos primários no núcleo trançado é de pelo menos 2, preferencialmente pelo menos 3, mais preferencialmente pelo menos 4 e com máxima preferência pelo menos 6. Quanto maior a dita razão, mais tolerante a danos será a cadeia de acordo com a invenção.

**[0019]** Em uma modalidade preferencial, o primeiro cabo primário compreende um primeiro elemento alongado polimérico e o um ou mais cabos primários adicionais compreende um ou mais elementos alongados poliméricos adicionais, em que os polímeros do primeiro e do um ou mais elementos alongados adicionais são do mesmo tipo, preferencialmente o primeiro cabo primário e o um ou mais cabos primários adicionais compreendem fibras poliméricas do mesmo tipo, ainda mais preferencialmente o primeiro cabo primário e o um ou mais cabos primários adicionais compreendem fios poliméricos do mesmo tipo.

**[0020]** Em uma modalidade preferencial alternativa, o primeiro cabo primário compreende um primeiro elemento alongado polimérico e o um ou mais cabos primários adicionais compreendem um ou mais elementos alongados adicionais, em que pelo menos um dentre o um ou mais elementos alongados adicionais difere do primeiro elemento alongado polimérico, preferencialmente o pelo menos um dentre o um ou mais elementos alongados adicionais difere do primeiro elemento alongado polimérico em pelo menos uma propriedade selecionada a partir da lista que consiste em material, tenacidade, titulação do fio, titulação do filamento ou taxa de fluência.

**[0021]** O núcleo da ligação de cadeia da cadeia de acordo

com a invenção é trançado e pode ter qualquer estrutura de trançamento conhecida pela pessoa versada na técnica, como, por exemplo, revelado para cordas trançadas no Capítulo 3 do Handbook of fibre rope technology (edições McKenna, Hearle e O'Hear, Woodhead Publishing Ltd, ISBN 1 85573 606 3). Tal estrutura pode consistir em, por exemplo, tranças únicas em uma maneira em ponto de tafetá e/ou sarjado, direta ou oca, tranças duplas também denominadas trança em trança ou tranças sólidas, dependendo das propriedades que a cadeia deve ter. No contexto da presente invenção, um núcleo trançado a partir de cabos primários também é denominado núcleo trançado.

**[0022]** Cordas trançadas conhecidas na técnica são compostas por uma pluralidade de cabos primários distintos entrelaçados uns aos outros, formando a construção trançada da corda. Bandas ou artigos em formato contínuo, feitos a partir de tais cordas trançadas, também são bem conhecidos, sendo que um comprimento de uma corda trançada é transformado em uma banda unindo-se as 2 extremidades de um dito comprimento de corda trançada por, por exemplo, amarração ou emenda. Em contraste com o núcleo trançado da ligação de cadeia da cadeia da invenção, tais cordas trançadas emendadas compreendem uma pluralidade de cabos primários substancialmente iguais ao número de cabos primários presentes na corda original, sendo que a emenda, a seção em que as extremidades da corda se sobrepõem, tem um comprimento cerca de 15 a 20 vezes o diâmetro da corda. Especialmente para ligações de cadeia, tal emenda é proibitivamente longa e espessa, especialmente para corda com diâmetro amplo e/ou ligações de cadeia pequenas. Embora

o núcleo trançado de acordo com a invenção possa ter uma aparência similar à banda trançada descrita acima, uma duplicação de titulação em 15-20 vezes seu diâmetro estará ausente.

**[0023]** O núcleo trançado da ligação de cadeia da cadeia de acordo com a invenção pode ser de uma construção em que o período de trançamento, também denominado o passo ou comprimento de passo (L) relacionado ao diâmetro (D) da corda, não é especificamente crítico; períodos de trançamento adequados estão na faixa de 3 a 30 de razão de L/D. Um maior período de trançamento resulta em um núcleo trançado mais frouxo que tem uma maior força eficiência, porém que é menos robusto e menos tolerante a danos. Um período de trançamento muito pequeno reduz demais a tenacidade do núcleo trançado. Preferencialmente, portanto, o período de trançamento é de cerca de 5 a 20, mais preferencialmente 6 a 15 de razão de L/D.

**[0024]** O núcleo trançado da ligação de cadeia da cadeia de acordo com a invenção pode ter um diâmetro (D) que varia entre limites amplos. Núcleos de diâmetro menores, por exemplo, na faixa de cerca de 1 a 10 mm, são tipicamente aplicados como cadeias para prender cargas durante transporte. Cadeias com amplo diâmetro, ou de serviço pesado, têm tipicamente um diâmetro de pelo menos 10 mm. No caso de um núcleo trançado com um corte transversal oblongo, é mais preciso definir o tamanho de um núcleo redondo por um diâmetro equivalente; que é o diâmetro de um núcleo redondo da mesma massa por comprimento que o núcleo trançado não redondo. O diâmetro de um núcleo trançado, em geral, no entanto, é um parâmetro incerto para medir seu

tamanho, devido a limites irregulares de núcleos trançados definidos pelos cabos primários. Um parâmetro de tamanho mais conciso é a densidade linear de um trançado, também denominado titulação; que é a massa por comprimento unitário. A titulação pode ser expressa em kg/m, porém frequentemente as unidades têxteis denier (g/9000 m) ou dTex (g/10000 m) são usadas. Para núcleos de diâmetro amplo, a unidade MTex, equivalente a kg/m, é usada. Diâmetro e titulação são correlacionados de acordo com a fórmula  $D \approx (4 \cdot t / (\pi \cdot 10 \cdot p \cdot v))^{0,5}$ , em que t é a titulação em dTex, D é o diâmetro médio em mm, p é a densidade dos filamentos em kg/m<sup>3</sup>, e v é um fator de empacotamento (normalmente entre cerca de 0,7 e 0,9). Não obstante, é comum ainda, no mercado de cordas, expressar o tamanho da corda em valores de diâmetro ou alternativamente para corte transversal não circular em uma área de superfície em corte transversal. As cadeias de acordo com a invenção têm preferencialmente pelo menos um núcleo trançado com um corte transversal dentre 5 mm<sup>2</sup> e 5 dm<sup>2</sup>, preferencialmente entre 10 mm<sup>2</sup> e 3 dm<sup>2</sup> mais preferencialmente entre 50 mm<sup>2</sup> e 100 cm<sup>2</sup>. Preferencialmente, as cadeias de acordo com a invenção são cadeias portadoras de carga elevada que têm um diâmetro equivalente de pelo menos 10 mm, mais preferencialmente pelo menos 15, 20, 25 ou mesmo pelo menos 30 mm, já que as vantagens da invenção se tornam mais relevantes à medida que o núcleo trançado aumenta.

**[0025]** Os inventores identificaram que, pela construção de núcleo trançado descrita no presente documento, ligações de cadeia e especialmente cadeias foram disponibilizadas com propriedades de tenacidade superiores às cadeias

sintéticas conhecidas até o momento. Portanto, uma modalidade da invenção se refere ao elemento trançado em formato contínuo adequado para ser usado como um núcleo trançado para uma ligação de cadeia da invenção, em que o elemento trançado em formato contínuo compreende pelo menos 2 voltas do primeiro cabo primário que compreende um elemento alongado polimérico, sendo que o elemento alongado polimérico tem uma tenacidade de pelo menos 1,0 N/Tex. Tal artigo em formato contínuo também pode ser denominado banda trançada ou artigo contínuo trançado e pode ser caracterizado por qualquer uma das modalidades preferenciais como revelado adiante no presente documento.

**[0026]** Núcleos trançados com diâmetros, áreas de superfície em corte transversal ou titulação que compreende o elemento alongado polimérico podem fornecer cadeias e ligações de cadeia com alta força. Portanto, uma modalidade da presente invenção consiste em cadeias de acordo com a invenção, em que a cadeia tem uma tenacidade de pelo menos 0,50 N/tex, preferencialmente a cadeia tem uma tenacidade de pelo menos 0,55 N/tex, mais preferencialmente pelo menos 0,60 N/tex, ainda mais preferencialmente 0,65 N/tex e com máxima preferência pelo menos 0,70 N/tex. Em uma modalidade adicional da invenção, os elementos trançados em formato contínuo têm uma tenacidade de pelo menos 0,90 N/tex, preferencialmente pelo menos 1,10 N/tex, mais preferencialmente pelo menos 1,20 N/tex e com máxima preferência pelo menos 1,30 N/tex. No presente documento, a tenacidade da cadeia e dos núcleos é expressa como a carga máxima de ruptura dividida pela soma das titulações das 2 pernas do núcleo trançado.



**[0027]** Os inventores também observaram que as cadeias de acordo com a invenção têm uma maior retenção da tenacidade do elemento alongado polimérico subjacente então conhecida até o momento, também denominada eficiência de cadeia, sendo que a eficiência de cadeia é expressa como a razão entre a tenacidade do fio e a tenacidade da cadeia. Tal efeito foi especialmente observado para cadeias com uma força muito alta e alta titulação. Portanto, uma modalidade da presente invenção se refere a cadeias sintéticas, preferencialmente cadeias sintéticas não termofixos, que compreendem uma pluralidade de ligações de cadeia interconectadas, em que pelo menos uma ligação de cadeia compreende um elemento alongado polimérico, em que o elemento alongado polimérico tem uma tenacidade de pelo menos 1,0 N/tex, sendo que a cadeia tem uma tenacidade (Ten) em N/Tex e uma soma da titulação das 2 pernas da ligação de cadeia que compreende elementos alongados poliméricos (T) em MTex [kg/m], com  $Ten \geq f * T^{-0,05}$ , em que f é 0,50, preferencialmente 0,55, mais preferencialmente 0,60. É conhecido pelo versado na técnica que a unidade de f é tal que a unidade total do lado direito da fórmula, isto é,  $f * T^{-0,05}$ , também é igual a N/Tex. Isso significa que tratamentos para aumentar mais a tenacidade, por exemplo, ajuste térmico, podem ser menos necessários ou mesmo desnecessários para cadeias de acordo com a presente invenção. Preferencialmente, as cadeias dessa modalidade têm uma força de ruptura de pelo menos 100 kN, mais preferencialmente de pelo menos 500 kN e com máxima preferência de pelo menos 1 MN.

**[0028]** Em uma modalidade preferencial, o núcleo trançado

que compreende um ou mais cabos primários cujas extremidades são conectadas por pelo menos um meio de preensão. Embora a construção impeça naturalmente o deslocamento e deslizamento dos cabos primários, observou-se que o uso de meios de preensão melhora adicionalmente a estabilidade do núcleo trançado. Exemplos de meios de preensão no contexto da presente invenção são emaranhamentos por ar, emendas, pontos, cola, nós, parafusos, vedação térmica, rebites ou similares.

**[0029]** Em uma modalidade preferencial, as extremidades do um ou mais cabos primários são conectadas entre si por pelo menos um meio de preensão. Tal construção pode ser alcançada, por exemplo, por ajuste dos comprimentos dos cabos primários de tal modo que as duas extremidades dos cabos primários se sobreponham e por aplicação de um emaranhamento por ar, emenda, costura, colagem, amarração, aparafusamento, vedação térmica, rebitagem ou similares na dita posição de sobreposição. Observou-se que uma construção de acordo com essa modalidade resultou em uma eficiência otimizada do núcleo trançado. Por conectadas entre si, no contexto da presente invenção, entende-se que as duas extremidades do mesmo cabo primário são conectadas entre si, porém também que duas extremidades de cabos primários distintos são conectadas entre si. Ambas as alternativas terão a mesma vantagem de estabilização da estrutura trançada do núcleo.

**[0030]** Em uma modalidade preferencial adicional da invenção, pelo menos uma extremidade, preferencialmente ambas as extremidades, do primeiro e/ou de qualquer cabo primário adicional em um núcleo trançado de pelo menos uma

ligação de cadeia da cadeia de acordo com a invenção é encoberta no interior do centro da construção trançada. Tal preferência de que a extremidades esteja no interior da construção trançada é independente do fato de que as extremidades são conectadas, por si sós ou entre si por meios de preensão. O núcleo trançado fornecerá substancialmente a opção de encobrimento se o número total de voltas de cabo primário for de pelo menos 8, preferencialmente pelo menos 12.

**[0031]** Opcionalmente, pelo menos uma ligação de cadeia, preferencialmente todas as ligações de cadeia compreendem adicionalmente uma cobertura, em que pelo menos um cabo primário ou pelo menos um núcleo trançado, preferencialmente todos os cabos primários ou todos os núcleos trançados, podem ser envolvidos com uma cobertura. As coberturas protetoras podem ter qualquer construção conhecida na técnica e podem compreender elementos alongados como detalhado acima. Tal invólucro é conhecido, por exemplo, a partir do documento US 4.779.411. Se uma cobertura protetora for usada, sua espessura não é considerada ao determinar a titulação da ligação de cadeia e /ou de seu núcleo trançado.

**[0032]** Preferencialmente, pelo menos um dos núcleos trançados da cadeia de acordo com a invenção compreende elementos alongados poliméricos que são pelo menos parcialmente revestido com um polímero termofixo ou termoplástico. Qualquer polímero termofixo ou termoplástico capaz de formar um compósito adequado com os elementos alongados pode ser usado, enquanto resinas de silicone e plastômeros são os polímeros termofixos ou termoplásticos

preferencias, respectivamente. Uma cadeia de acordo com essa modalidade tem ligações de cadeia que se deformam a uma extensão muito menor quando a cadeia é esticada. Isso é vantajoso quando objetos, como ganchos, por exemplo, têm que ser fixados à cadeia especialmente quando a cadeia está sob carga. O revestimento também oferece proteção adicional contra desenvolvimento de danos durante condições dinâmicas de carregamento, por exemplo, e limitação da deterioração de propriedades durante uso prolongado.

**[0033]** O primeiro cabo primário e o um ou mais cabos primários adicionais opcionais dos núcleos trançados da ligação de cadeia da invenção podem ter várias construções, entre as quais cabo torcido ou horizontal, um cabo trançado, uma série de fios paralelos, ou um cabo tecido. As várias construções, em particular os cabos trançados ou horizontais, podem compreender subcabos que, por sua vez, podem ser agrupamentos de fios paralelos ou torcidos. A natureza de cabos primários dependerá substancialmente das propriedades e do uso da cadeia. Para cadeias de serviço pesado, uma corda trançada ou torcida como cabos primários será preferencial, fornecendo um núcleo trançado com robustez aumentada.

**[0034]** Para núcleos trançados que compreendem pelo menos um cabo primário trançado ou horizontal, uma modalidade especial da invenção é que pelo menos 2 extremidades finais do pelo menos um cabo primário trançado ou horizontal são conectadas com uma emenda. As emendas que podem ser empregadas serão bem conhecidas pela pessoa versada na técnica. Essa modalidade é especialmente preferencial para núcleos trançados com no máximo 12 voltas totais de cabos

primários, preferencialmente no máximo 8 voltas totais de cabos primários. Observou-se que em números totais de voltas inferiores de cabos primários, a estabilidade aumentada do núcleo trançado e o deslizamento reduzido dos cabos primários eram especialmente acentuados.

**[0035]** Em uma modalidade preferencial adicional da invenção, a ligação de cadeia compreende um núcleo trançado em que pelo menos o primeiro cabo primário é uma corda horizontal com preferencialmente 3, 4, 6, ou 6+1 subcabos com emendas ocultas entre as extremidades do cabo primário horizontal, sendo que a vantagem é muito pouco deslizamento na conexão.

**[0036]** O primeiro cabo primário de um núcleo trançado de uma ligação de cadeia da cadeia da invenção compreende um elemento alongado polimérico com uma tenacidade de pelo menos 1,0 N/Tex. Esse pode ser um elemento alongado, preferencialmente um fio, de qualquer material de fibra de alto desempenho, como fios de poliéster, poliamida, poliamida aromática (aramida), poli(p-fenileno-2,6-benzobisoxazol), ou polietileno. Preferencialmente, o elemento alongado é um fio de polietileno (HMPE) de alto módulo. O fio de HMPE compreende fibras altamente estiradas de polietileno linear de alto peso molecular. O alto peso molecular (ou massa molar) no presente documento significa um peso molecular ponderal médio de pelo menos 400000 g/mol. O polietileno linear no presente documento significa o polietileno que tem menos de 1 cadeia lateral por 100 átomos de C, preferencialmente menos de 1 cadeia lateral por 300 átomos de C, sendo que uma cadeia ou ramificação lateral contém geralmente mais de 10 átomos de C. O

polietileno também pode conter até 5 % em mol de um ou mais outros alcenos que são copolimerizáveis com o mesmo, como propileno, buteno, hexeno, 4-metilpenteno, octeno.

**[0037]** Em uma modalidade mais preferencial, o material polimérico de escolha para o elemento alongado do primeiro cabo primário é polietileno de peso molecular ultra-alto (UHMWPE). O UHMWPE no contexto da presente invenção tem uma viscosidade intrínseca (IV) de preferencialmente entre 3 e 40 dl/g, mais preferencialmente entre 8 e 30 dl/g. Os fios de UHMWPE são preferencialmente fabricados de acordo com um processo de fiação em gel como descrito em diversas publicações, incluindo, por exemplo, os documentos WO2005066401, WO2012139934. Esse processo compreende essencialmente a preparação de uma solução de um polietileno de alta viscosidade intrínseca, fiação da solução em filamentos de soluções a uma temperatura acima da temperatura de dissolução, resfriamento dos filamentos de solução abaixo da temperatura de gelificação para formar filamentos de gel contendo solvente e estiramento dos filamentos antes, durante ou após remoção pelo menos parcial do solvente.

**[0038]** Vantagens de um núcleo trançado que compreende fibras de HMPE incluem alta resistência à abrasão, boa resistência contra fadiga sob cargas de flexão, um baixo alongamento resultando em um posicionamento mais fácil, uma excelente resistência química e a UV e uma alta resistência a corte.

**[0039]** Os elementos alongados, preferencialmente os fios, do primeiro cabo primário são de alta força, por vezes também denominada alto módulo. No contexto da

presente invenção, o elemento alongado tem uma tenacidade de pelo menos 1,0 N/Tex, preferencialmente de pelo menos 1,2 N/Tex, mais preferencialmente pelo menos 1,5 N/Tex, ainda mais preferencialmente pelo menos 2,0 N/Tex, ainda mais preferencialmente pelo menos 2,2 N/Tex e com máxima preferência pelo menos 2,5 N/tex. Quando o elemento alongado polimérico é um fio de UHMWPE, o dito fio de UHMWPE tem preferencialmente uma tenacidade de pelo menos 1,8 N/Tex, mais preferencialmente de pelo menos 2,5 N/Tex, com máxima preferência pelo menos 3,5 N/Tex. Preferencialmente, o elemento alongado polimérico tem um módulo de pelo menos 30 N/Tex, mais preferencialmente de pelo menos 50 N/Tex, com máxima preferência de pelo menos 60 N/Tex. Preferencialmente, o fio de UHMWPE tem um módulo de tração de pelo menos 50 N/Tex, mais preferencialmente de pelo menos 80 N/Tex, com máxima preferência de pelo menos 100 N/Tex.

**[0040]** Os elementos alongados do um ou mais cabos primários adicionais pode ser individualmente selecionado a partir de elementos alongados que compreendem fibras orgânicas ou inorgânicas. Exemplos de materiais inorgânicos adequados para produzir elementos alongados, especialmente fibras, incluem aço, vidro e carbono. Exemplos de materiais sintéticos orgânicos adequados para produzir os elementos alongados, especialmente fibras incluem poliolefinas, por exemplo, polipropileno (PP); polietileno (PE); polietileno de peso molecular ultra-alto (UHMWPE), poliamidas e poliaramidas, por exemplo, poli(p-fenileno tereftalamida) (conhecido como Kevlar®); poli(tetrafluoroetileno) (PTFE); poli(p-fenileno-2,6-benzobisoxazol) (PBO) (conhecido como

Zylon®); polímeros de cristal líquido, como, por exemplo, copolímeros de ácido para hidroxibenzoico e ácido para hidroxinaftálico (por exemplo, Vectran®); poli{2,6-diimidazo-[4,5b-4',5'e]piridinileno-1,4(2,5-di-hidroxi)fenileno} (conhecido como M5); poli(hexametilenoadipamida) (conhecido como náilon 6,6), poli(ácido 6-amino-hexanoico) (conhecido como náilon 6); poliésteres, por exemplo, tereftalato de polietileno), poli(tereftalato de butileno), e poli(tereftalato de 1,4 ciclohexilideno dimetileno); porém também álcoois polivinílicos e poliacrilonitrilas. Além disso, combinações de elementos alongados, preferencialmente fios, fabricados a partir dos materiais citados acima podem ser usadas para fabricar os cabos. Observou-se que o núcleo trançado fornece cadeias de acordo com a presente invenção com um deslizamento substancialmente menor, as quais são especialmente adequadas para cordas que compreendem fios de alta força.

#### MÉTODOS DE FABRICAÇÃO

- A Viscosidade Intrínseca (IV) é determinada de acordo com ASTM-D1601/2004 a 135 °C em decalina, sendo que o tempo de dissolução é de 16 horas, com DBPC como antioxidante em uma quantidade de 2 g/l de solução, extrapolando-se a viscosidade conforme medido em diferentes concentrações até a concentração zero. Há várias relações empíricas entre IV e  $M_w$ , mas essa relação é altamente dependente da distribuição de massa molar. Com base na equação  $M_w = 5,37 \cdot 10^4 [IV]^{1,37}$  (consultar documento EP 0504954 A1), uma IV de 4,5 dl/g seria equivalente a  $M_w$  de cerca de 422 kg/mol.



- Propriedades de tração, isto é, tenacidade e módulo foram determinados em elementos alongados como especificado em ASTM D885M, com o uso de um comprimento de medidor nominal da fibra de 500 mm, uma velocidade de cruzeta de 50 %/min e garras Instron 2714, do tipo Fibre Grip D5618C. Para o cálculo da resistência, as forças de tração medidas são divididas pelo título, conforme determinado ponderando-se 10 metros de fibra; valores em GPa são calculados presumindo-se a densidade natural do polímero, por exemplo, para UHMWPE é 0,97 g/cm<sup>3</sup>.
- A força de ruptura das cadeias é determinada em amostras secas com o uso de um testador de tração horizontal com uma capacidade de carga máxima de 15000 kN a uma temperatura de aproximadamente 21 graus C, e a uma velocidade de força de elevação de 250kN/min. As cadeias foram testadas com o uso de manilhas tipo D com um diâmetro da manilha de 95 mm (< 1 MTex) e 220 mm (> 1 MTex). As manilhas tipo D estão dispostas em uma configuração ortogonal em relação às cadeias comparativas e em uma configuração paralela para a cadeia do Exemplo.
- A temperatura de fusão (também denominada ponto de fusão) de polímero é determinada por DSC em um instrumento Perkin-Elmer DSC-7 de compensação de energia que é calibrado com índio e estanho com uma taxa de aquecimento de 10 °C/min. Para calibragem (calibragem de temperatura de dois pontos) do instrumento DSC-7, cerca de 5 mg de índio e cerca de 5 mg de estanho são usados, ambos ponderados em pelo

menos duas casa decimais. O índio é usado tanto para calibragem de temperatura quanto para calibragem de fluxo de calor; o estanho é usado para calibragem de temperatura apenas.

- A tenacidade de cadeia foi calculada dividindo-se a força de ruptura da cadeia pela titulação das 2 pernas dos núcleos trançados. Coberturas ou revestimentos são desconsiderados ao medir a titulação.
- A eficiência é determinada dividindo-se a tenacidade da ligação de cadeia ou cadeia pela tenacidade do fio ou fios portadores de carga.

#### EXEMPLOS E EXPERIMENTO COMPARATIVO

##### Experimentos comparativos

**[0041]** As ligações de cadeia dos experimentos comparativos são construídas de acordo com o exemplo como revelado no documento WO2013/186206, sendo que, para comparabilidade, o Dyneema® SK75 portador de carga no ponto estreito foi substituído por Dyneema® DM20, um fio de 1760 dtex que tem uma tenacidade de 32,0 cN/dtex produzido e fornecido pela DSM Dyneema, Holanda. Esse ponto estreito, ou tira, empregado nos exemplos comparativos tem uma titulação de 272800 dtex e uma força de ruptura nominal de cerca de 39 kN.

**[0042]** Os Experimentos Comparativos 1 e 2 foram construídos entrelaçando-se 3 ligações de cadeia produzidas de acordo com o experimento comparativo no documento WO2013/186206, sendo que cada uma das 3 ligações de cadeia consiste em 8 e 12 voltas do ponto estreito DM20 respectivamente, em que 2 extremidades de cada ponto estreito de cada ligação de cadeia são costuradas. Demais

propriedades e a carga máxima de ruptura (MBL) das 2 cadeias são relatadas na Tabela 1.

**[0043]** No Experimento Comparativo 3, uma cadeia de acordo com o Exemplo II do documento WO2008/089798 foi produzida. A cadeia tinha 4 laços de engate de fios de 16 Dyneema® SK75 de 1760 dtex, produzida e fornecida pro DSM Dyneema. Essa cadeia foi fixada por emenda em ar. Consequentemente, cada laço foi formado a partir de agrupamentos de fio multifilamentar emendados em ar de 16x1760 dtex (28160 dtex) com um diâmetro de cerca de 4 mm e uma força teórica de 9856 N do agrupamento de fio. Demais propriedades e a carga máxima de ruptura (MBL) da cadeia são relatadas na Tabela 1.

#### Exemplos

##### Exemplo 1:

**[0044]** Um cabo primário foi trançado a partir de um total de 12 subcabos, sendo que cada subcabo consiste em fios 7x15 Dyneema DM20 de 1760 dtex como empregado para o ponto estreito dos Exemplos Comparativos. Consequentemente, o cabo primário era uma construção de corda trançada de 12x7x15x1760 dtex (2217600 dtex) com um diâmetro de cerca de 20 mm e uma força de 400 kN. Um comprimento único de cerca de 20 m do dito cabo primário foi usado para construir uma primeira ligação de cadeia tendo início em uma extremidade do cabo primário de 20 m e formando um laço de cerca de 3 m de comprimento (1 m de diâmetro). Com o restante do cabo primário, um total de 11 laços adicionais foi formado ao longo do primeiro círculo de tal modo que os 12 laços formem uma primeira ligação de cadeia trançada a partir desses 12 laços do cabo primário único, sendo que o

passo da trança era de cerca de 10. As duas extremidades livres do cabo primário foram encobertas no interior da construção de ligação de cadeia trançada. Uma descrição alternativa da ligação de cadeia trançada seria uma trança de 12 partes e 4 laçadas. A segunda e a terceira ligações de cadeia foram formadas a partir de 2 outros comprimentos de 20 m do cabo primário em um processo como descrito para a primeira ligação de cadeia com a diferença de que o primeiro laço e os demais laços atravessam o centro da primeira ligação de cadeia, formando, desse modo, uma cadeia que consiste em 3 ligações de cadeia entrelaçadas. A cadeia foi submetida a um teste de carga de ruptura. O cabo primário (corda de 20 mm) rompeu duas vezes sem mostrar deslizamento substancial da ligação de cadeia deteriorada. Mesmo com o cabo primário fragmentado em 3 seções, a ligação de cadeia retinha sua força total. A cadeia falhou na terceira ruptura do cabo primário de uma de suas ligações. Demais propriedades e a carga máxima de ruptura (MBL) da cadeia do Exemplo 1 são relatadas na Tabela 1.

Exemplo 2:

**[0045]** Uma construção de cadeia similar àquela do Exemplo 1 foi preparada com a diferença de que o cabo primário trançado foi trançado a partir de 12 subcabos, sendo que cada subcabo consistem em apenas fios 4 Dyneema DM20 de 1760 dtex, resultando em uma construção de corda trançada de 84480 dtex com um diâmetro de cerca de 5 mm e uma força de cerca de 20 kN. A partir do dito cabo primário trançado, ligações de cadeia com um diâmetro de cerca de 0,3 m foram preparadas, tendo início a partir de cerca de 4 m do dito cabo primário para cada ligação de cadeia. Demais

detalhes e MBL da cadeia são relatados na Tabela 1.

Exemplo 3:

**[0046]** Uma cadeia similar à cadeia do Exemplo 2 foi preparada e adicionalmente revestida impregnando-a com uma suspensão aquosa de um plastômero de polietileno de densidade muito baixa comercialmente disponível como Queo® (fornecedor Borrealis GmbH), seca por 24 horas à temperatura ambiente, resultando em um aumento de peso de cerca de 20 % em peso. Subsequentemente, cada uma das ligações de cadeia trançadas foi submetida a ajuste térmico por 7 minutos e 120 °C a 2 t de carga (cerca de 10 % da MBL da ligação). Detalhes e desempenho de ruptura da cadeia são fornecidos na Tabela 1.

**Tabela 1:** Carga máxima de ruptura e tenacidade de cadeias

	Cabo básico [tex]	Voltas (Laços)	Pernas	2 pernas de núcleos [Mtex]	MBL [kN]	Tenacidade de cadeia [N/tex]
Comp. 1	Trama: 27280	8	2	0,436	217,1	0,50
Comp. 2	Trama: 27280	12	2	0,655	329,8	0,50
Comp. 3	Fio MF*: 176	16	2	0,005632	2,8	0,50
Exemplo 1	Corda: 221760	12	2	5,32	3081	0,58
Exemplo 2	Corda: 8448	12	2	0,203	137,25	0,67
Exemplo 3	Corda: 8448	12	2	0,203	166,4	0,86

Fio MF\*= fio multifilamentar (tex)

### REIVINDICAÇÕES

1. Cadeia compreendendo uma pluralidade de ligações de cadeia interconectadas, em que de uma a todas ligações de cadeia compreende um núcleo trançado que compreende um primeiro cabo primário, sendo que o primeiro cabo primário compreende elementos alongados poliméricos em que os elementos alongados poliméricos têm uma tenacidade de pelo menos 1,0 N/tex, **caracterizada** pelo fato de que o núcleo trançado compreende pelo menos 2 voltas e no máximo 24 voltas consecutivas do dito primeiro cabo primário, a seção transversal do núcleo trançado compreende um número de seções transversais do cabo primário originário do mesmo cabo primário, e em que as voltas do cabo primário dentro de cada ligação têm uma natureza trançada para formar o núcleo trançado, e

em que o primeiro cabo primário é um cabo trançado ou torcido ou em que o primeiro cabo primário é um cabo colocado ou em que o primeiro cabo primário é um tendão de fibras paralelas ou um cabo tecido.

2. Cadeia, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de que o núcleo trançado compreende pelo menos 3, preferencialmente pelo menos 4, mais preferencialmente pelo menos 6 voltas consecutivas do primeiro cabo primário.

3. Cadeia, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizada** pelo fato de que o núcleo trançado compreende de 1 a 11 cabos primários adicionais, cada cabo primário adicional formando uma volta única ou múltiplas voltas consecutivas no núcleo trançado.

4. Cadeia, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizada** pelo fato de que o primeiro cabo primário e de um a 11 cabos primários adicionais compreendem fibras poliméricas do mesmo tipo.

5. Cadeia, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizada** pelo fato de que o primeiro cabo primário compreende um primeiro elemento alongado polimérico e o de um a 11 cabos primários adicionais compreendem um ou mais elementos alongados adicionais, sendo que pelo menos um dentre o um ou mais elementos alongados adicionais diferem dos primeiros elementos alongados poliméricos, preferencialmente o pelo menos um elemento alongado adicional difere do primeiro elemento alongado polimérico em pelo menos uma propriedade selecionada a partir da lista que consiste em material, tenacidade, titulação do fio, titulação do filamento ou taxa de fluência.

6. Cadeia, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizada** pelo fato de que o material polimérico do elemento alongado do primeiro cabo primário é polietileno de peso molecular ultraelevado (UHMWPE).

7. Cadeia, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizada** pelo fato de que o elemento polimérico alongado é fibra de UHMWPE, preferencialmente tendo uma tenacidade de pelo menos 1,8N/Tex, mais preferencialmente em que o elemento polimérico alongado é uma fibra de UHMWPE tendo uma tenacidade de pelo menos 2,5 N/Tex.

8. Cadeia, de acordo com qualquer uma das

reivindicações anteriores, **caracterizada** pelo fato de que o elemento alongado polimérico do primeiro cabo primário e/ou o cabo primário adicional tem uma tenacidade de pelo menos 1,2 N/tex, preferencialmente pelo menos 1,5 N/tex, mais preferencialmente pelo menos 2,0 N/tex, ainda mais preferencialmente pelo menos 2,2 N/tex e com máxima preferência pelo menos 2,5 N/tex.

9. Cadeia, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizada** pelo fato de que a tenacidade é determinada conforme definido em ASTM D885M.

10. Cadeia, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizada** por as 2 extremidades finais do cabo primário trançado ou colocado serem conectadas entre si com uma emenda.

11. Cadeia, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizada** pelo fato de que de uma ligação de cadeia a todas as ligações de cadeia compreendem uma cobertura, em que pelo menos um cabo primário ou pelo menos um núcleo trançado, preferencialmente todos os cabos primários ou todos os núcleos trançados são envolvidos com uma cobertura.

12. Cadeia, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizada** pelo fato de que os elementos alongados poliméricos são pelo menos parcialmente revestidos com um polímero termofixo ou termoplástico.

13. Cadeia, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizada** pelo fato de que o núcleo trançado tem um corte transversal dentre 5 mm<sup>2</sup> e 5



dm<sup>2</sup>, preferencialmente entre 10 mm<sup>2</sup> e 3 dm<sup>2</sup>, mais preferencialmente entre 50 mm<sup>2</sup> e 100 cm<sup>2</sup>.

14. Cadeia, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizada** pelo fato de que a cadeia tem uma tenacidade de pelo menos 0,50 N/tex, preferencialmente a cadeia tem uma tenacidade de pelo menos 0,55 N/tex, mais preferencialmente pelo menos 0,60 N/tex, ainda mais preferencialmente 0,65 N/tex e com máxima preferência pelo menos 0,70 N/tex.

15. Cadeia, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizada** por ter uma força estática de pelo menos 300 kN, mais preferencialmente pelo menos 1000 KN.

16. Cadeia, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizada** pelo fato de que as ligações de cadeia interligadas são interligadas por entrelaçamento.

17. Cadeia, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizada** pelo fato de que os elementos poliméricos alongados compreendem fibras feitas de material sintético orgânico selecionado do grupo que consiste em poliolefinas, poliamidas, poliaramidas, poli(tetrafluoretileno) (PTFE), poli(p-fenileno-2,6-benzobisoxazol) (PBO), polímeros de cristal líquido, poli{2,6-diimidazo-[4,5b-4',5'e]piridinileno-1,4(2,5-dihidroxifenileno)}, poliésteres, álcoois polivinílicos e poliacrilonitrilas.

18. Cadeia, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizada** pelo fato de que

os elementos poliméricos alongados compreendem fibras feitas de material sintético orgânico selecionado do grupo que consiste em polipropileno (PP), polietileno (PE), polietileno de peso molecular ultra-alto (UHMWPE), poli(p-fenileno tereftalamida), copolímeros de ácido para-hidroxibenzóico e ácido para-hidroxi-naftálico, poli(hexametilenoadipamida), ácido poli(6-amino-hexanóico), poli(tereftalato de etileno), poli(tereftalato de butileno) e poli(1,4 ciclo-hexilideno dimetileno tereftalato).

19. Elemento trançado em formato contínuo adequado para o núcleo trançado, conforme definido em qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado** por compreender pelo menos 2 voltas e no máximo 24 voltas de um primeiro cabo primário compreendendo um elemento alongado polimérico, em que o elemento alongado polimérico tem uma tenacidade de pelo menos 1,0 N/tex e em que as voltas têm uma natureza trançada e em que o primeiro cordão primário é um cabo trançado ou torcido ou em que o primeiro cordão primário é um cabo torcido, ou em que o primeiro cordão primário é um tendão de fibras paralelas ou um cabo trançado.

20. Elemento trançado em formato contínuo, de acordo com a reivindicação 19, **caracterizado** pelo fato de que o núcleo trançado compreende pelo menos 4 e no máximo 12 voltas consecutivas do primeiro cabo primário.

21. Elemento trançado em formato contínuo, de acordo com a reivindicação 19 ou 20, **caracterizado** pelo fato de que o material polimérico do elemento alongado do primeiro cabo primário é polietileno de peso molecular ultraelevado

(UHMWPE) .

22. Elemento trançado em formato contínuo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 19 a 21, **caracterizado** pelo fato de que o elemento polimérico alongado é uma fibra de UHMWPE, preferencialmente tendo uma tenacidade de pelo menos 1,8 N/ Tex, mais preferencialmente tendo uma tenacidade de pelo menos 2,5 N/ Tex.

23. Elemento trançado em formato contínuo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 19 a 22, **caracterizado** por compreender um cordão primário trançado ou colocado, em que as 2 extremidades terminais do cordão primário trançado ou colocado são conectadas entre si por uma emenda.