



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

(11) BR 112016013566-0 B1



(22) Data do Depósito: 19/08/2014

(45) Data de Concessão: 19/04/2022

(54) Título: COMPOSIÇÃO DE POLÍMERO, ISOLAMENTO DO CABO DE ALIMENTAÇÃO, SEU PROCESSO DE PRODUÇÃO E CABO DE ALIMENTAÇÃO

(51) Int.Cl.: C08K 5/00; C08K 5/14; H01B 3/18; C08L 23/06; C08L 23/08.

(30) Prioridade Unionista: 19/12/2013 EP 13198412.2.

(73) Titular(es): BOREALIS AG.

(72) Inventor(es): VILGOT ENGLUND; PER-OLA HAGSTRAND; ANNIKA SMEDBERG; CARL-OLOF OLSSON; ANDREAS FARKAS.

(86) Pedido PCT: PCT EP2014067628 de 19/08/2014

(87) Publicação PCT: WO 2015/090639 de 25/06/2015

(85) Data do Início da Fase Nacional: 13/06/2016

(57) Resumo: Composição de polímero, isolamento do cabo de alimentação, seu processo de produção e cabo de alimentação

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para
"COMPOSIÇÃO DE POLÍMERO, ISOLAMENTO DO CABO DE ALIMENTAÇÃO, SEU PROCESSO DE PRODUÇÃO E CABO DE ALIMENTAÇÃO".

Campo da invenção

[001] A presente invenção refere-se a uma composição de polímero, uma composição de polímero reticulada, um isolamento do cabo de alimentação e um cabo de alimentação, em que a composição de polímero, a composição de polímero reticulada, o isolamento do cabo de alimentação e o cabo de alimentação podem ser especialmente úteis em aplicações de cabo de alta tensão (HV) e extra-alta tensão (EHV), por exemplo, aplicações de corrente contínua de alta tensão (HV DC) e de corrente contínua de alta tensão extra (EHV DC). A invenção refere-se adicionalmente a um método para reduzir, ou seja, para fornecer condutividade elétrica baixa de uma composição de polímero reticulada e ao uso da composição de polímero e da composição de polímero reticulada.

Técnica Antecedente

[002] As poliolefinas produzidas em um processo de alta pressão (HP) são amplamente utilizadas em aplicações exigentes de polímero onde os polímeros devem atender requisitos altos mecânicos e/ou elétricos. Por exemplo, em aplicações de cabo de alimentação, particularmente em aplicações de cabo de média tensão (MV) e especialmente em alta tensão (HV) e extra alta tensão (EHV) as propriedades elétricas da composição de polímero têm uma importância significativa. Além disso, as propriedades elétricas de importância podem variar em diferentes aplicações de cabo, como é o caso entre as aplicações de cabo de corrente alternada (AC) e de corrente contínua (DC).

Reticulação de cabos

[003] Um cabo de alimentação típica inclui um condutor rodeado, pelo menos, por uma camada interna semicondutiva, uma camada de isolamento e uma camada externa semicondutiva, nessa ordem. Os cabos são comumente produzidos por extrusão das camadas em um condutor. O material de polímero em uma ou mais das ditas camadas é então normalmente reticulado para melhorar, por exemplo, resistência ao calor e a deformação, propriedades de deformação, resistência mecânica, resistência química e resistência à abrasão do polímero na(s) camada(s) do cabo. Na reação de reticulação de um polímero reticulações interpolímero (pontes) são principalmente formadas. A reticulação pode ser alcançada usando, por exemplo, um composto de geração de radicais livres, como um peróxido. O agente de geração de radicais livres normalmente é incorporado ao material da camada, antes ou durante a extrusão da(s) camada(s) sobre um condutor. Após a formação do cabo em camadas, o cabo é depois submetido a uma etapa de reticulação para iniciar a formação de radicais e assim a reação de reticulação.

[004] Os peróxidos são compostos de geração de radicais livres muito comuns utilizados nomeadamente na indústria dos polímeros para as ditas modificações do polímero. Os produtos de decomposição resultantes de peróxidos podem incluir subprodutos voláteis que são indesejados, uma vez que eles possam ter uma influência negativa sobre as propriedades elétricas do cabo. Portanto os produtos de decomposição voláteis tais como o metano por exemplo, onde, por exemplo, o dicumilperóxido é usado, são os convencionalmente reduzidos ao mínimo ou removidos após a reticulação e a etapa de refrigeração. Tal etapa de remoção é geralmente conhecida como uma etapa de desgaseificação. A etapa de desgaseificação é demorada e consome energia e é assim uma operação dispendiosa em um processo de fabricação do cabo.

[005] Também a linha de produção do cabo utilizada e a velocidade de produção desejada pode trazer limitações aos materiais do cabo especialmente quando produz cabos de energia de um tamanho maior.

Condutividade elétrica

[006] A condutividade elétrica DC é uma importante propriedade do material, por exemplo, para materiais isolantes para cabos de corrente contínua de alta voltagem (HV DC). Primeiro de tudo, a temperatura e a dependência do campo elétrico desta propriedade irão influenciar o campo elétrico. A segunda questão é o fato de que o calor será gerado dentro do isolamento pela corrente elétrica de fuga que flui entre as camadas semicondutivas internas e externas. Esta corrente de fuga depende do campo elétrico e da condutividade elétrica do isolamento. Alta condutividade do material isolante pode até levar a uma fuga térmica sob condições de alto estresse/ alta temperatura. A condutividade deve ser suficientemente baixa para evitar uma fuga térmica.

[007] Consequentemente, em cabos HV DC, o isolamento é aquecido pela corrente de fuga. Para um determinado design do cabo, o aquecimento é proporcional à condutividade isolante $\times$ (campo elétrico)². Assim, se a tensão é aumentada, muito mais calor será gerado.

[008] Existem altas demandas para aumentar a tensão de um cabo de alimentação para obter uma maior transmissão de energia, por exemplo, do cabo de alimentação da corrente contínua DC e, por exemplo, EP2499172 fornece uma composição de polímero que compreende uma poliolefina e que tem propriedades que o torna adequado para um cabo de alimentação DC.

[009] Entretanto, ainda há uma necessidade contínua para encontrar composições de polímero alternativas com redução de

condutividade. Tais composições de polímero devem convenientemente também ter boas propriedades mecânicas necessárias para modalidades exigentes do cabo de alimentação.

Objetivos da invenção

[0010] Um dos objetivos da presente invenção é fornecer uma composição de polímero alternativa compreendendo uma poliolefina, um peróxido e antioxidante contendo enxofre e em que a composição de polímero tem surpreendentemente propriedades adequadas vantajosas para um cabo de alimentação, por exemplo, um cabo de alimentação DC.

[0011] Outro objetivo da invenção é fornecer uma composição de polímero que é obtida por reticulação da composição de polímero da presente invenção.

[0012] Um objetivo adicional da invenção é fornecer um isolamento do cabo de alimentação que compreende a composição de polímero e/ou a composição de polímero reticulado, ambos da presente invenção.

[0013] Outro objetivo da invenção é fornecer um cabo de alimentação que compreende a composição de polímero, a composição de polímero reticulável, a composição de polímero reticulado, ou um isolamento do cabo de alimentação, todos em conformidade com a presente invenção.

[0014] Outro objetivo adicional da invenção é fornecer um método para reduzir a condutividade elétrica, ou seja, para o fornecimento de baixa condutividade elétrica, ou uma composição de polímero reticulado compreendendo uma poliolefina reticulada com peróxido na presença de antioxidante contendo enxofre .

[0015] Ainda um objetivo adicional da invenção é o uso da composição de polímero ou, alternativamente, da composição de polímero reticulado, ambos da presente invenção, para produzir pelo

menos uma camada, por exemplo, pelo menos uma camada de isolamento de um cabo de alimentação reticulado, por exemplo, de um cabo de alimentação de corrente contínua (DC).

[0016] A invenção e os objetivos adicionais são descritos e definidos em detalhes neste documento.

Descrição da invenção

[0017] A presente invenção fornece uma composição de polímero compreendendo uma poliolefina, um peróxido e antioxidante contendo enxofre, onde o dito peróxido está presente em uma quantidade que corresponde a X mmol -O-O-/kg da composição de polímero e o dito antioxidante contendo enxofre está presente em uma quantidade que corresponde a Y mmol -OH /kg da composição de polímero, onde

$$Y1 \leq Y \leq Y2, \quad X \leq 45 \quad \text{e}$$

$$0,9 * Y + m \leq X \leq n - k * Y, \text{ sendo que}$$

$$Y1 \text{ é } 0,50 \text{ e } Y2 \text{ é } 10, \text{ e}$$

$$m \text{ é } 0,8, n \text{ é } 70 \text{ e } k \text{ é } 4,7; \text{ e}$$

em que a dita composição de polímero tem um índice de fluidez (MFR) que é pelo menos 1,7, e

a dita composição de polímero compreende menos de 0,05% em peso (wt%) de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno.

[0018] A composição de polímero pode ser uma composição de polímero reticulado.

[0019] Observe que índice de fluidez (MFR) aqui significa MFR2 (2,16 kg, 190°C).

[0020] "Reticulável" significa que a composição de polímero reticulável que pode, por exemplo, ser compreendida em uma camada de cabo pode ser reticulada antes do uso na sua aplicação final. A composição de polímero reticulável compreende poliolefina, peróxido e um antioxidante contendo enxofre, e o peróxido e um antioxidante contendo enxofre em quantidade como definido acima, abaixo ou nas

reivindicações. Além disso, a dita composição de polímero tem um índice de fluidez (MFR) que é pelo menos 1,7 e compreende menos de 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno. Além disso, a composição de polímero reticulado ou, respectivamente, a poliolefina reticulada, é reticulada através da reação de radicais usando a quantidade declarada de peróxido presente na composição do polímero antes de reticulação. A composição de polímero reticulado tem uma rede típica, nomeadamente, reticulação interpolímero (pontes), bem conhecido no campo. Como é evidente por um versado na técnica, o polímero reticulado pode ser e é aqui definido com características que estão presentes na composição de polímero ou poliolefina antes ou após a reticulação, como afirmado ou evidente a partir do contexto. Por exemplo, as quantidades de poliolefina, peróxido e antioxidante contendo enxofre, bem como a presença e a quantidade de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno, na composição de polímero ou o tipo e as propriedades da composição, como MFR, densidade e/ou grau de insaturação, do componente de poliolefina, são definidos, salvo indicação em contrário, antes da reticulação. Além disso, as características após a reticulação são, por exemplo, o tempo de indução da oxidação, a condutividade elétrica, o grau de reticulação ou as propriedades mecânicas medidas a partir da composição de polímero reticulado.

[0021] Além disso, no que se refere ao dito antioxidante contendo enxofre, que está presente em uma quantidade que corresponde a Y mmol -OH /kg da composição de polímero, o "-OH" aqui, neste contexto, é entendido como compostos -OH fenólicos.

[0022] A presente invenção fornecer ainda uma composição de polímero reticulado compreendendo uma poliolefina reticulada, onde a composição de polímero compreende antes da reticulação (ou seja, antes que seja reticulado) uma poliolefina, um peróxido e antioxidante

contendo enxofre , em que o dito peróxido está presente em uma quantidade que corresponde X mmol -O-O-/kg da composição de polímero o dito antioxidante contendo enxofre está presente em uma quantidade que corresponde a Y mmol -OH /kg da composição de polímero, em que X e Y são tal como definido neste documento, e em que a dita composição de polímero tem um índice de fluidez (MFR) que é pelo menos 1,7 e compreende menos de 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno.

[0023] Consequentemente, a composição de polímero reticulado é uma modalidade da presente invenção e é obtida por reticulação de uma composição de polímero conforme aqui definida.

[0024] A presente invenção fornece ainda uma composição de polímero reticulado compreendendo uma poliolefina, que está reticulada com um peróxido e na presença de um antioxidante contendo enxofre , onde o peróxido é usado em uma quantidade que corresponde a X mmol -O-O-/kg da composição de polímero e o dito antioxidante contendo enxofre está presente em uma quantidade que corresponde a

[0025] Y mmol -OH /kg da composição de polímero, em que X e Y são como definidos, e em que a dita composição de polímero tem um índice de fluidez (MFR) que é pelo menos 1,7 e compreende menos de 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno.

[0026] As expressões "obtida por reticulação", "reticulada com" e "composição de polímero" são aqui utilizadas como sinônimos e significa a categoria "produto por processo", ou seja, que o produto tem uma característica técnica devido à etapa de reticulação conforme será explicado abaixo.

[0027] A unidade "mmol -O-O-/kg da composição de polímero" significa aqui o conteúdo (mmol) de grupos funcionais de peróxido por kg de composição de polímero, quando medido a partir da composição de polímero antes de reticulação. Por exemplo, 35 mmol -O-O-/kg da

composição de polímero corresponde a 0,95%, em peso, do bem conhecido peróxido de dicumilo com base na quantidade total (100%, em peso) da composição de polímero.

[0028] Além da "composição de polímero", também a "composição de polímero reticulado" pode ser referida neste documento abaixo abreviada como "Composição de polímero" ou "composição de polímero". Além disso, também a "composição de polímero reticulado" pode ser referida neste documento abaixo abreviada como "Composição de polímero" ou "composição de polímero". O significado será evidente a partir do contexto.

[0029] Inesperadamente, quando uma composição de polímero é reticulada utilizando a dita quantidade de peróxido (por exemplo, um peróxido de dicumilo bem conhecido) na presença da dita quantidade de antioxidante contendo enxofre, onde as quantidades são como aqui definidas,

e em que a dita composição de polímero tem um índice de fluidez (MFR) que é pelo menos 1,7, e na presença de menos de 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno, tanto o tempo de indução da oxidação bem como a condutividade elétrica da composição de polímero são reduzidos, ou seja, abaixados. A condutividade elétrica da composição de polímero é reduzida em comparação com a condutividade elétrica do material de polímero convencional adequado para os cabos de alimentação, enquanto as propriedades mecânicas pretendidas são mantidas.

[0030] A composição de polímero da presente invenção resulta, após um procedimento de reticulação, em uma composição de polímero reticulado que tem um reduzido tempo de indução da oxidação e, surpreendentemente, e simultaneamente, propriedades elétricas expressadas, nomeadamente, como reduzidas, ou seja, condutividade elétrica baixa, em que a formação de calor involuntária, por exemplo, na

camada de isolamento de um cabo de alimentação, por exemplo, um cabo de alimentação DC, pode ser minimizada. A invenção é particularmente vantajosa para os cabos de alimentação DC.

[0031] Além disso, um baixo tempo de indução de oxidação significa que a concentração de grupos fenólicos é baixa. No entanto, demonstrou que isto não tem de ser necessariamente associado com pobre resistência à oxidação térmica. Existe antioxidantes contendo enxofre que tem uma contribuição limitada para o tempo de indução da oxidação, mas ainda são capazes de proteger adequadamente o material contra a oxidação.

[0032] O método de tempo de indução da oxidação, determinado segundo a norma ASTM D3895, ISO/CD 11357 e EN 728 usando calorimetria de varredura diferencial (CVD), é descrito em "Métodos de determinação".

[0033] A condutividade elétrica é medida neste documento de acordo com o método de condutividade DC conforme descrito em "Métodos de determinação". Condutividade elétrica "reduzida" ou "baixa" usado aqui como sinônimos significam que o valor obtido a partir do método de condutividade DC é baixo, ou seja, reduzido.

[0034] A baixa condutividade elétrica da composição de polímero é muito vantajosa, isto é, em um cabo de alimentação, por exemplo, em um cabo de alimentação AC ou DC, por exemplo, em cabos de alimentação de corrente contínua (DC), por exemplo, em cabos DC de baixa tensão (LV), média tensão (MV), alta tensão (HV) ou extra alta tensão (EHV), por exemplo, cabos de alimentação DC operando em quaisquer tensões, por exemplo, superior a 320 kV, tais como cabos DC EHV.

[0035] Além disso, a condutividade elétrica da composição de polímero é surpreendentemente baixa mesmo sem remover os subprodutos voláteis após a reticulação, ou seja, sem desgaseificação,

comparado com a condutividade elétrica de uma composição de polímero convencional não desgaseificada. Portanto, se desejado, a etapa de desgaseificação do cabo reticulado contendo a composição de polímero pode ser consideravelmente reduzida e/ou afetada em condições menos exigentes durante o processo de produção do cabo que naturalmente melhora a eficiência de produção do cabo. Por conseguinte, se desejado a etapa de desgaseificação durante a produção do cabo pode ser encurtada.

[0036] A invenção é ainda direcionada a um método para reduzir, ou seja, fornecer condutividade elétrica baixa de uma composição de polímero reticulado compreendendo uma poliolefina reticulada com peróxido na presença de um antioxidante contendo enxofre , e em que a dita composição de polímero tem um índice de fluidez (MFR) que é pelo menos 1,7, e na presença de menos 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno, em que o método inclui uma etapa de produção da poliolefina reticulada por reticulação da poliolefina com peróxido em uma quantidade que corresponde a X mmol -O-O-/kg da composição de polímero, na presença de um antioxidante contendo enxofre , em uma quantidade que corresponde a Y mmol -OH /kg da composição de polímero e a dita composição de polímero tem um índice de fluidez (MFR) de pelo menos 1,7, e na presença de menos de 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno, onde X e Y são como aqui definidos.

[0037] Além disso, a invenção é direcionada a um método para reduzir a condutividade elétrica de uma composição de polímero reticulado de um cabo de alimentação reticulado, por exemplo, de um cabo de alimentação de corrente contínua (DC) reticulado, por exemplo, em cabos de alimentação HV DC ou EHV DC, compreendendo um condutor que é circundado por pelo menos uma camada isolante e uma camada externa semicondutiva, nessa ordem, em que pelo menos a

camada isolante compreende uma composição de polímero compreendendo uma poliolefina reticulada com peróxido na presença de um antioxidante contendo enxofre , e em que a dita composição de polímero tem um índice de fluidez (MFR) que é pelo menos 1,7, e na presença de menos 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno, em que o método inclui uma etapa de produção da poliolefina reticulada por reticulação da poliolefina com peróxido em uma quantidade que corresponde a X mmol -O-O-/kg da composição de polímero, na presença de um antioxidante contendo enxofre , em uma quantidade que corresponde a Y mmol -OH /kg da composição de polímero e a dita composição de polímero tem um índice de fluidez (MFR) de pelo menos 1,7, e na presença de menos de 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno, onde X e Y são como aqui definidos. Neste método é adequado usar a composição de polímero conforme aqui definido.

[0038] Além disso, a invenção fornece um isolante do cabo de alimentação reticulável, por exemplo, um isolante do cabo de alimentação de corrente contínua (DC), cujo isolante compreende uma composição de polímero contendo poliolefina reticulada, peróxido, em uma quantidade que corresponde a X mmol -O-O-/kg da composição de polímero, um antioxidante contendo enxofre , em uma quantidade que corresponde a Y mmol -OH /kg da composição de polímero e em que a dita composição de polímero tem um índice de fluidez (MFR) que é pelo menos 1,7, e na presença de menos de 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno, onde X e Y são como aqui definidos.

[0039] Em uma modalidade adicional da presente invenção, é fornecido um isolante do cabo de alimentação reticulável, por exemplo, um isolante do cabo de alimentação de corrente contínua (DC), por exemplo, um isolante do cabo de alimentação HV DC ou EHV DC, em que o isolante compreende uma composição de polímero reticulado contendo uma poliolefina, peróxido, em uma quantidade que

corresponde a X mmol -O-O-/kg da composição de polímero, um antioxidante contendo enxofre , em uma quantidade que corresponde a Y mmol -OH /kg da composição de polímero e em que a dita composição de polímero tem um índice de fluidez (MFR) que é pelo menos 1,7, e na presença de menos de 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno, onde X e Y são como aqui definidos.

[0040] Além disso, a invenção fornece também um cabo de alimentação reticulável, por exemplo, um cabo de alimentação de corrente contínua (DC), compreendendo um condutor circundado por uma ou mais camadas, em que pelo menos uma da dita camada compreende uma composição de polímero contendo poliolefina reticulada, peróxido, em uma quantidade que corresponde a X mmol -O-O-/kg da composição de polímero, um antioxidante contendo enxofre , em uma quantidade que corresponde a Y mmol -OH /kg da composição de polímero e em que a dita composição de polímero tem um índice de fluidez (MFR) que é pelo menos 1,7, e na presença de menos de 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno, onde X e Y são como aqui definidos.

[0041] Além disso, a invenção é direcionada a um cabo de alimentação reticulável, por exemplo, a um cabo de alimentação de corrente contínua (DC) reticulável, por exemplo, um cabo de alimentação HV DC ou EHV DC, compreendendo um condutor circundado por pelo menos uma camada interna semicondutiva, uma camada isolante e uma camada externa semicondutiva, nessa ordem, em que pelo menos uma camada, por exemplo, a camada isolante, compreende uma composição de polímero reticulado contendo uma poliolefina, peróxido, em uma quantidade que corresponde a X mmol -O-O-/kg da composição de polímero, um antioxidante contendo enxofre , em uma quantidade que corresponde a Y mmol -OH /kg da composição de polímero e em que a dita composição de polímero tem um índice de

fluidez (MFR) que é pelo menos 1,7, e na presença de menos de 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno, onde X e Y são como aqui definidos.

[0042] A invenção é ainda direcionada a um isolante do cabo de alimentação reticulado, por exemplo, a um isolante do cabo de alimentação de corrente contínua (DC) reticulado, compreendendo um condutor circundado por pelo menos uma ou mais camadas, em que pelo menos uma dita camada compreende uma composição de polímero reticulado compreendendo uma poliolefina reticulada com peróxido na presença de um antioxidante contendo enxofre, e em que a dita composição do polímero tem um índice de fluidez (MFR) que é pelo menos 1,7, e na presença de menos 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno, em que o método de reticulação inclui uma etapa de produção da poliolefina reticulada por reticulação da poliolefina com peróxido em uma quantidade que corresponde a X mmol -O-O-/kg da composição de polímero, na presença de um antioxidante contendo enxofre, em uma quantidade que corresponde a Y mmol -OH /kg da composição de polímero e a dita composição de polímero tem um índice de fluidez (MFR) de pelo menos 1,7, e na presença de menos de 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno, onde X e Y são como aqui definidos.

[0043] Além disso, a invenção é direcionada a um isolante do cabo de alimentação reticulado, por exemplo, a um isolante do cabo de alimentação de corrente contínua (DC) reticulado, por exemplo, um isolante do cabo de alimentação HV DC ou EHV DC reticulado, em que o isolante compreende uma composição de polímero reticulado compreendendo uma poliolefina reticulada com peróxido na presença de um antioxidante contendo enxofre, e em que a dita composição do polímero tem um índice de fluidez (MFR) que é pelo menos 1,7, e na presença de menos 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno,

em que o método de reticulação inclui uma etapa de produção da poliolefina reticulada por reticulação da poliolefina com peróxido, em uma quantidade que corresponde a X mmol -O-O-/kg da composição de polímero, um antioxidante contendo enxofre, em uma quantidade que corresponde a Y mmol -OH /kg da composição de polímero e a dita composição de polímero tem um índice de fluidez (MFR) de pelo menos 1,7, e na presença de menos de 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno, onde X e Y são como aqui definidos.

[0044] A expressão no cabo reticulado da "reticulação da poliolefina com peróxido em uma quantidade que corresponde a X mmol -O-O-/kg da composição de polímero, um antioxidante contendo enxofre, em uma quantidade que corresponde a Y mmol -OH /kg da composição de polímero e em que a dita composição de polímero tem um índice de fluidez (MFR) que é pelo menos 1,7, e na presença de menos de 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno, onde X e Y são como aqui definidos" significa que a composição de polímero antes da reticulação contém poliolefina, peróxido e antioxidante contendo enxofre nas referidas quantidades.

[0045] A invenção é ainda direcionada a um cabo de alimentação reticulado, por exemplo, a um cabo de alimentação de corrente contínua (DC) reticulado, compreendendo um condutor circundado por pelo menos uma ou mais camadas, em que pelo menos uma da dita camada compreende uma composição de polímero reticulado compreendendo uma poliolefina reticulada com peróxido na presença de um antioxidante contendo enxofre, e em que a dita composição do polímero tem um índice de fluidez (MFR) que é pelo menos 1,7, e na presença de menos de 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno, em que o método de reticulação inclui uma etapa de produção da poliolefina reticulada por reticulação da poliolefina com peróxido em uma quantidade que corresponde a X mmol -O-O-/kg da composição de polímero, um

antioxidante contendo enxofre , em uma quantidade que corresponde a Y mmol -OH /kg da composição de polímero e em que a dita composição de polímero tem um índice de fluidez (MFR) de pelo menos 1,7, e na presença de menos de 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno, onde X e Y são como aqui definidos.

[0046] Além disso, a invenção é direcionada a um cabo de alimentação reticulado, por exemplo, um cabo de alimentação de corrente contínua (DC) reticulado, por exemplo, a um cabo de alimentação HV DC ou EHV DC, compreendendo um condutor que é circundado por pelo menos uma camada interna semicondutiva, uma camada isolante e uma camada externa semicondutiva, nessa ordem, em que pelo menos uma camada, por exemplo, a camada isolante compreende uma composição de polímero reticulado contendo uma poliolefina reticulada com peróxido na presença de um antioxidante contendo enxofre , e em que a dita composição de polímero tem um índice de fluidez (MFR) que é pelo menos 1,7, e na presença de menos de 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno, em que o método de reticulação inclui uma etapa de produção da poliolefina reticulada por reticulação da poliolefina com peróxido em uma quantidade que corresponde a X mmol -O-O-/kg da composição de polímero, um antioxidante contendo enxofre , em uma quantidade que corresponde a Y mmol -OH /kg da composição de polímero e a dita composição de polímero tem um índice de fluidez (MFR) de pelo menos 1,7, e na presença de menos de 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno, onde X e Y são como aqui definidos.

[0047] A expressão no cabo reticulado do "peróxido em uma quantidade que corresponde a X mmol -O-O-/kg da composição de polímero, um antioxidante contendo enxofre , em uma quantidade que corresponde a Y mmol -OH /kg da composição de polímero e em que a dita composição de polímero tem um índice de fluidez (MFR) que é pelo

menos 1,7, e na presença de menos de 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno, onde X e Y são como aqui definidos" significa que a composição de polímero antes de reticulação te tal MFR e contém a poliolefina, o peróxido e o antioxidante contendo enxofre e 2,4-Difenil-4-metil-1-penteno (caso presente) nas referidas quantidades.

[0048] Os subgrupos, as propriedades e as modalidades abaixo da composição de polímero se aplicam igualmente e de forma independente para a composição de polímero como tal, bem como a composição de polímero da invenção no método de redução de condutividade elétrica, aos métodos para reduzir a condutividade elétrica e também para o isolamento do cabo reticulável e isolamento do cabo reticulado, bem como para o cabo reticulável e para o cabo reticulado, conforme aqui definido.

[0049] Em outras modalidades da presente invenção, uma composição de polímero, como descrita aqui, é descrita, onde Y1 é 0,50, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5 ou 3,0.

[0050] Em modalidades adicionais da presente invenção, uma composição de polímero, como descrita aqui, é descrita, onde Y2 é 10, 9,8, 9,6, 9,4, 9,2, 9,0, 8,8, 8,6, 8,4, 8,2, 8,0, 7,8, 7,6, 7,4, 7,2, 7,0, 6,8, 6,6, 6,5, 6,4, 6,2, 6,1 ou 6,0.

[0051] Em outras modalidades da presente invenção, uma composição de polímero, como descrita aqui, é descrita, onde $X \leq 45$, $X \leq 40$, $X \leq 38$ ou, alternativamente, $X \leq 35$.

[0052] Em modalidades adicionais da presente invenção, uma composição de polímero, como descrita aqui, é descrita, onde m é 0,8, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5 ou 3,0.

[0053] Em outras modalidades da presente invenção, uma composição de polímero, como descrita aqui, é descrita, onde n é 70, 68, 66, 65, 62 ou 60.

[0054] Em modalidades adicionais da presente invenção, uma

composição de polímero, como descrita aqui, é descrita, onde k é 4,7, 4,8, 4,9 ou 5,0.

[0055] Em outra modalidade da presente invenção, uma composição de polímero, como descrita aqui, é descrita, onde Y_1 é 2,0, Y_2 é 9,0 e $X \leq 35$, e m é 3,0, n é 65 e k é 4,7.

[0056] Em mesmo outra modalidade da presente invenção, uma composição de polímero, como descrita aqui, é descrita, onde Y_1 é 2,0, Y_2 é 8,0 e $X \leq 35$, e m é 3,0, n é 65 e k é 4,7.

[0057] Em ainda outra modalidade da presente invenção, uma composição de polímero, como descrita aqui, é descrita, onde Y_1 é 2,0, Y_2 é 7,0 e $X \leq 35$, e m é 3,0, n é 65 e k é 4,7.

[0058] Em mesmo outra modalidade adicional da presente invenção, uma composição de polímero, como descrita aqui, é descrita, onde Y_1 é 2,0, Y_2 é 6,0 e $X \leq 35$, e m é 3,0, n é 65 e k é 4,7.

[0059] Em outras modalidades da presente invenção, uma composição de polímero, como descrita aqui, é descrita, onde n é 59, 55, 50, 48 ou 45.

[0060] Em ainda outras modalidades da presente invenção, uma composição de polímero, como descrita aqui, é descrita, onde m é 5,0 e n é 65, m é 7,0 e n é 65, m é 10,0 e n é 65, ou, alternativamente, m é 15 e n é 65.

[0061] Em uma modalidade adicional da presente invenção, uma composição de polímero, como descrita aqui, é descrita, onde m é 17 e n é 64.

[0062] Em ainda outra modalidade adicional da presente invenção, uma composição de polímero, como descrita aqui, é descrita, onde m é 10,0 e n é 65.

[0063] Em ainda outras modalidades da presente invenção, uma composição de polímero, como descrita aqui, é descrita, onde m é 12,0 e n é 63, m é 14,0 e n é 61, m é 16,0 e n é 59, ou, alternativamente, m

é 18,0 e n é 57.

[0064] Em outras modalidades da presente invenção, uma composição de polímero, como descrita aqui, é descrita, onde m é 12,0 e n é 61, m é 14,0 e n é 59, m é 16,0 e n é 57, ou, alternativamente, m é 18,0 e n é 55.

[0065] Em mesmo ainda outras modalidades da presente invenção, uma composição de polímero, como descrita aqui, é descrita, onde m é 14,0 e n é 63, m é 16,0 e n é 61, m é 18,0 e n é 59, ou, alternativamente, m é 20,0 e n é 57.

[0066] Além disso, a poliolefina pode ser insaturada, em que o teor de peróxido pode depender do grau de insaturação.

[0067] Em uma modalidade adicional da presente invenção, uma composição de polímero, como descrita aqui, é descrita, onde m é 10,0 e n é 60.

[0068] Em ainda uma modalidade adicional da presente invenção, uma composição de polímero, como descrita aqui, é descrita, onde Y1 é 2 e Y2 é 6,5.

[0069] Em ainda outra modalidade adicional da presente invenção, uma composição de polímero, como descrita aqui, é descrita, onde Y1 é 2,5 e Y2 é 6,0.

[0070] Ainda outra modalidade da presente invenção descreve uma composição de polímero como descrito aqui, em que a dita composição de polímero tem um índice de fluidez (MFR) de 1,7 a 2,3.

[0071] Outra modalidade da presente invenção descreve uma composição de polímero como descrito aqui, em que a dita composição de polímero compreende menos de 0,03%, em peso, de 2,4-Difenil-4-metil-1-penteno.

[0072] Em outra modalidade da presente invenção uma composição de polímero, como descrita aqui, é descrita em que a dita composição de polímero compreende menos de 0,01%, em peso, de 2,4-Difenil-4-

metil-1-penteno.

[0073] Em ainda outra modalidade da presente invenção uma composição de polímero, como descrita aqui, é descrita em que a dita composição de polímero não compreende o 2,4-Difenil-4-metil-1-penteno.

[0074] Ainda outra modalidade da presente invenção descreve uma composição de polímero, como descrita aqui, em que a dita composição de polímero não compreende nenhum reforçador(es) de reticulação nem aditivo(s) retardador(es) de chama. Tal reforçador(es) de reticulação está/estão compreendidos, neste contexto, aqui, como sendo reforçador(es) de reticulação de baixo peso molecular.

[0075] Uma modalidade adicional da presente invenção descreve um método, como descrito aqui, para reduzir, ou seja fornecer baixa condutividade elétrica de uma composição de polímero, em que o método compreende a reticulação na ausência de qualquer reforçador(es) de reticulação ou qualquer aditivo(s) retardador de chama.

[0076] Uma modalidade ainda mais adicional da presente invenção descreve um método, como descrito aqui, para reduzir a condutividade elétrica de uma composição de polímero reticulado de um cabo de alimentação reticulado, em que o método compreende a reticulação na ausência de qualquer reforçador(es) de reticulação ou qualquer aditivo(s) retardador de chama.

[0077] Outra modalidade da presente invenção descreve um método de reticulação, como descrito aqui, em que o método de reticulação compreende a reticulação na ausência de qualquer reforçador(es) de reticulação ou aditivo(s) retardador(es) de chama.

[0078] Em uma modalidade adicional da presente invenção, uma composição de polímero, como descrita aqui, é descrita, em que a dita composição de polímero é uma composição de polímero reticulado.

[0079] Outra modalidade da presente invenção descreve uma composição de polímero reticulada, onde a dita composição de polímero reticulada é obtida por reticulação de uma composição de polímero, como descrito aqui.

[0080] Ainda outra modalidade da presente invenção descreve uma composição de polímero reticulado que é obtido em um método que compreende a exposição de uma composição de polímero, como descrito aqui, a um processo de cura, durante o qual a dita composição de polímero do procedimento de cura é reticulada.

[0081] A reticulação pode ser realizada em temperatura elevada que é escolhida, como bem conhecida, dependendo do tipo do agente de reticulação. Por exemplo, temperaturas acima de 150°C, por exemplo, 160 a 350°C, são típicas, porém sem limitar a elas.

[0082] Mais uma modalidade da presente invenção descreve uma composição de polímero reticulado, onde uma composição de polímero está exposta a um processo de cura durante o qual a temperatura máxima da dita composição de polímero é, por exemplo, acima de 150°C, por exemplo 160 a 350°C, por exemplo, menos de 280°C, por exemplo 250°C ou menos, ou, por exemplo, 180°C ou menos.

[0083] Uma outra modalidade da presente invenção descreve uma composição de polímero reticulado, onde uma composição de polímero está exposta a um processo de cura durante o qual a temperatura máxima da dita composição de polímero é 270°C ou menos, 260°C ou menos, 250°C ou menos, 240°C ou menos, 230°C ou menos, 220°C ou menos, 210°C ou menos, 200°C ou menos, 190°C ou menos ou, alternativamente, 180°C ou menos.

[0084] Ainda outra modalidade da presente invenção descreve uma composição de polímero reticulado, onde uma composição de polímero está exposta a um processo de cura durante o qual a temperatura máxima da dita composição de polímero é 270°C ou menos, 255°C ou

menos, 250°C ou menos, 245°C ou menos, 240°C ou menos, 235°C ou menos, 230°C ou menos, 225°C ou menos, 220°C ou menos, 215°C ou menos, 210°C ou menos, 205°C ou menos, 200°C ou menos, 195°C ou menos, 190°C ou menos, 185°C ou menos ou, alternativamente, 180°C ou menos.

[0085] Uma modalidade adicional da presente invenção descreve uma composição de polímero reticulado, onde uma composição de polímero está exposta a um processo de cura durante o qual a temperatura máxima da dita composição de polímero é 250°C ou menos, 245°C ou menos, 240°C ou menos, 235°C ou menos, 230°C ou menos, 225°C ou menos, 220°C ou menos, 215°C ou menos, 210°C ou menos, 205°C ou menos, 200°C ou menos, 195°C ou menos, 190°C ou menos, 185°C ou menos ou, alternativamente, 180°C ou menos.

[0086] Outra modalidade da presente invenção descreve uma composição de polímero reticulado, onde uma composição de polímero está exposta a um processo de cura durante o qual a temperatura máxima da dita composição de polímero é, por exemplo, 180°C ou menos.

[0087] Ainda outra modalidade da presente invenção descreve uma composição de polímero reticulado, onde uma composição de polímero está exposta a um processo de cura durante o qual a temperatura máxima da dita composição de polímero é de pelo menos 150°C ou, alternativamente, de pelo menos 160°C.

[0088] Em mais uma modalidade, a composição de polímero reticulada da invenção tem após a reticulação um tempo de indução da oxidação, determinado segundo a norma ASTM D3895, ISO/CD 11357 e EN 728 usando uma calorimetria de varredura diferencial (CVD), que é de 40 minutos ou menos, ou, alternativamente, 30 minutos ou menos.

[0089] O método de tempo de indução da oxidação ASTM D3895, ISO/CD 11357 e EN 728, é descrito em "Métodos de determinação".

[0090] Ainda em mais uma modalidade, a composição de polímero reticulado da invenção tem após a reticulação um tempo de indução da oxidação, determinado segundo a norma ASTM D3895, ISO/CD 11357 e EN 728, que é de 25 minutos ou menos, 22 minutos ou menos, 20 minutos ou menos, 18 minutos ou menos, 16 minutos ou menos, 15 minutos ou menos, 14 minutos ou menos, 12 minutos ou menos, 10 minutos ou menos, 9 minutos ou menos, ou, alternativamente, 8 minutos ou menos.

[0091] Outra modalidade da presente invenção descreve uma composição de polímero reticulado, como descrito aqui, em que a composição de polímero reticulado tem um tempo de indução da oxidação, determinado segundo a norma ASTM D3895, ISO/CD 11357 e EN 728, que é de 15 minutos ou menos.

[0092] Outra modalidade adicional da presente invenção descreve uma composição de polímero reticulado, como descrito aqui, em que a composição de polímero reticulado tem um tempo de indução da oxidação, determinado segundo a norma ASTM D3895, ISO/CD 11357 e EN 728, que é de 15 minutos ou menos, 14 minutos ou menos, 12 minutos ou menos, 10 minutos ou menos, 9 minutos ou menos, ou, alternativamente, 8 minutos ou menos.

[0093] Ainda outra modalidade da presente invenção descreve uma composição de polímero reticulado, como descrito aqui, em que a composição de polímero reticulado tem um tempo de indução da oxidação, determinado segundo a norma ASTM D3895, ISO/CD 11357 e EN 728, que é de 1 a 20, 2 a 20, 3 a 20 ou, alternativamente, 4 a 20 minutos.

[0094] Ainda outra modalidade adicional da presente invenção descreve uma composição de polímero reticulado, como descrito aqui, em que a composição de polímero reticulado tem um tempo de indução da oxidação, determinado segundo a norma ASTM D3895, ISO/CD

11357 e EN 728, que é de 1 a 18, 2 a 18, 3 a 18 ou, alternativamente, 4 a 18 minutos.

[0095] Outra modalidade da presente invenção descreve uma composição de polímero reticulado, como descrito aqui, em que a composição de polímero reticulado tem um tempo de indução da oxidação, determinado segundo a norma ASTM D3895, ISO/CD 11357 e EN 728, que é de 1 a 16, 2 a 16, 3 a 16 ou, alternativamente, 4 a 16 minutos.

[0096] Outra modalidade adicional da presente invenção descreve uma composição de polímero reticulado, como descrito aqui, em que a composição de polímero reticulado tem um tempo de indução da oxidação, determinado segundo a norma ASTM D3895, ISO/CD 11357 e EN 728, que é de 1 a 15, 2 a 15, 3 a 15 ou, alternativamente, 4 a 15 minutos.

[0097] Ainda outra modalidade da presente invenção descreve uma composição de polímero reticulado, como descrito aqui, em que a composição de polímero reticulado tem um tempo de indução da oxidação, determinado segundo a norma ASTM D3895, ISO/CD 11357 e EN 728, que é de 1 a 14, 2 a 14, 3 a 14 ou, alternativamente, 4 a 14 minutos.

[0098] Outra modalidade da presente invenção descreve uma composição de polímero reticulado, como descrito aqui, em que a composição de polímero reticulado tem um tempo de indução da oxidação, determinado segundo a norma ASTM D3895, ISO/CD 11357 e EN 728, que é de 1 a 12, 2 a 12, 3 a 12 ou, alternativamente, 4 a 12 minutos.

[0099] Outra modalidade adicional da presente invenção descreve uma composição de polímero reticulado, como descrito aqui, em que a composição de polímero reticulado tem um tempo de indução da oxidação, determinado segundo a norma ASTM D3895, ISO/CD 11357

e EN 728, que é de 1 a 10, 2 a 10, 3 a 10 ou, alternativamente, 4 a 10 minutos.

[00100] Ainda outra modalidade da presente invenção descreve uma composição de polímero reticulado, como descrito aqui, em que a composição de polímero reticulado tem um tempo de indução da oxidação, determinado segundo a norma ASTM D3895, ISO/CD 11357 e EN 728, que é de 1 a 9, 2 a 9, 3 a 9 ou, alternativamente, 4 a 9 minutos.

[00101] Outra modalidade da presente invenção descreve uma composição de polímero reticulado, como descrito aqui, em que a composição de polímero reticulado tem um tempo de indução da oxidação, determinado segundo a norma ASTM D3895, ISO/CD 11357 e EN 728, que é de 1 a 8, 2 a 8, 3 a 8 ou, alternativamente, 4 a 8 minutos.

[00102] Além disso, a composição de polímero reticulada da invenção, ou, alternativamente, o isolante de cabos de alimentação da invenção, tem após a reticulação uma condutividade elétrica de 45 fS/m ou menos, quando medido de acordo com o método de condutividade DC conforme descrito em "Métodos de determinação". A composição de polímero reticulada da invenção, ou, alternativamente, o isolante de cabos de alimentação da invenção, tem, em outra modalidade, uma condutividade elétrica de 40 fS/m ou menos, em ainda outra modalidade, de 0,01 to 38 fS/m, em outra modalidade adicional, de 0,5 a 35 fS/m quando medido de acordo com o método de condutividade DC conforme descrito em "Métodos de determinação".

[00103] Em outras modalidades da presente invenção, a composição de polímero reticulado da invenção, ou, alternativamente, o isolante de cabos de alimentação da invenção, compreende, por exemplo, um polímero de polietileno de baixa densidade (LDPE) reticulado, conforme aqui definido e incluindo subgrupos e modalidades exemplificados, tem uma condutividade elétrica de 0,01 a 45 fS/m, por exemplo, 0,01 a 40 fS/m, por exemplo 0,01 a 38 fS/m, por exemplo, 0,01 a 35 fS/m, uma

condutividade elétrica de 0,01 a 45 fS/m, por exemplo, 0,01 a 40 fS/m, por exemplo 0,01 a 38 fS/m, por exemplo, 0,01 a 35 fS/m, 0,1 a 45 fS/m, por exemplo, 0,1 a 40 fS/m, por exemplo 0,1 a 38 fS/m, por exemplo, 0,1 a 35 fS/m, 1 a 45 fS/m, por exemplo, 1 a 40 fS/m, por exemplo, 1 a 38 fS/m, ou por exemplo, 1 a 35 fS/m, quando medido de acordo com o método de condutividade DC conforme descrito em "Métodos de determinação".

[00104] Consequentemente, a composição de polímero reticulado da invenção é usada para determinar as suas diversas propriedades. As preparações da amostra de polímero reticulado, em cada uma das várias determinações, são descritas abaixo em "Métodos de determinação".

[00105] A invenção é dirigida também para um processo para produzir um cabo de alimentação reticulável e reticulado, por exemplo, um cabo de alimentação de corrente contínua (CC) reticulável e reticulado, conforme aqui definido.

[00106] Os subgrupos mais exemplificados das propriedades acima, outras propriedades, variantes e modalidades conforme aqui definido para a composição de polímero ou para os seus componentes são igualmente aplicáveis ao método para reduzir a condutividade elétrica para o cabo de alimentação, por exemplo, para o cabo de alimentação DC da invenção.

Componente de poliolefina

[00107] As seguintes modalidades, propriedades e subgrupos exemplificados do componente de poliolefina adequados para a composição de polímero são generalizáveis para que eles possam ser usados em qualquer ordem ou combinação para definir ainda mais as modalidades exemplificadas da composição de polímero. Além disso, é evidente que a descrição dada se aplica a poliolefina antes da sua reticulação.

[00108] O termo poliolefina significa tanto um homopolímero de olefina como um copolímero de uma olefina com um ou mais comonômeros. Como bem conhecido "comonômeros" refere-se a unidades de comonômeros copolimerizáveis.

[00109] A poliolefina pode ser qualquer poliolefina, como qualquer poliolefina convencional, que é adequada como um polímero em uma camada, por exemplo, uma camada isolante de um cabo elétrico, por exemplo, de um cabo de alimentação.

[00110] A poliolefina pode ser, por exemplo, um polímero comercialmente disponível ou pode ser preparada de acordo com ou analogamente com o processo de polimerização conhecido descrito na literatura química.

[00111] Além disso, a poliolefina pode ser adequadamente um polietileno produzido em um processo de alta pressão, por exemplo, um polietileno de baixa densidade LDPE produzido em um processo de alta pressão. O significado de polímero LDPE é bem conhecido e documentado na literatura. Embora o termo LDPE seja uma abreviatura para o polietileno de baixa densidade, o termo é entendido como não limitante do intervalo de densidade, mas abrange os polietilenos LDPE de alta pressão (HP) com densidades baixa, média e maior. O termo LDPE descreve e distingue apenas a natureza do polietileno HP com características típicas, tais como tipos diferentes de arquitetura de ramificação, comparado com o PE produzido na presença de um catalisador de polimerização de olefina.

[00112] O LDPE como a dita poliolefina pode ser um homopolímero de etileno de baixa densidade (referido aqui como homopolímero LDPE) ou um copolímero de etileno de baixa densidade com um ou mais comonômero(s) (referido aqui como copolímero LDPE). Um ou mais comonômeros do copolímero LDPE podem convenientemente ser selecionados a partir do(s) comonômero(s) polar(es), comonômero(s)

não-polar(es) ou de uma mistura de comonômero(s) polar(es) e não-polar(es), conforme aqui definido. Além disso, o dito homopolímero LDPE ou copolímero LDPE como a dita poliolefina podem ser opcionalmente insaturados.

[00113] Como um comonômero polar para o copolímero LDPE, como a dita poliolefina, o(s) comonômero(s) contendo grupo(s) hidroxila, grupo(s) alcóxi, grupo(s) carbonilo, grupo(s) carboxilo, grupo(s) de éter ou grupo(s) de éster ou uma mistura dos mesmos podem ser usados. Em outra modalidade, o(s) comonômero(s) contendo grupo(s) carboxila e/ou éster são usados como o dito comonômero polar. Em ainda uma modalidade, o(s) comonômero(s) polar de copolímero LDPE é selecionada a partir de grupos de acrilato(s), metacrilato(s) ou acetato(s), ou quaisquer misturas dos mesmos. Se presente no dito copolímero LDPE, o(s) comonômero(s) polar podem, por exemplo, ser selecionados a partir do grupo de acrilatos de alquila, metacrilatos de alquila ou acetato de vinila ou uma mistura dos mesmos. Em mais uma modalidade, o dito comonômero polar pode ser selecionado a partir de acrilatos de alquila C1-C6, metacrilatos alquila C1-C6 ou acetato de vinila. Em mesmo mais uma modalidade, o dito copolímero LDPE polar é um copolímero de etileno com acrilato de alquila C1-C4, tais como acrilato de metila, etila, propila ou butila, ou acetato de vinila ou qualquer mistura dos mesmos.

[00114] Como o(s) comonômero(s) não-polar para o copolímero LDPE como a dita poliolefina, o(s) comonômero(s) diferente dos comonômeros polares definidos acima podem ser usados. Em outra modalidade, o(s) comonômero(s) não-polar(es) é/são diferente(s) do(s) comonômero(s) contendo grupo(s) hidroxila, grupo(s) alcóxi, grupo(s) carbonila, grupo(s) carboxila, grupo(s) de éter ou grupo(s) de éster. Um grupo de comonômero(s) não-polar(es) exemplificado(s) compreende, pode convenientemente consistir de, comonômero(s)

monoinsaturado(s) (= uma ligação dupla), por exemplo, olefinas, por exemplo alfa-olefinas, por exemplo, alfa-olefinas C3-C10, tais como propileno, 1-buteno, 1-hexeno, 4-metil-1-penteno, estireno, 1-octeno, 1-noneno; comonômero(s) poli-insaturado(s) (= mais de um ligação dupla); um grupo de silano contendo motivo comonômero(s); ou quaisquer misturas dos mesmos. O(s) comonômero(s) poli-insaturados é/são descritos mais abaixo em relação aos copolímeros LDPE insaturados.

[00115] Se o polímero LDPE for um copolímero, ele adequadamente compreende 0,001 a 50%, em peso, por exemplo, 0,05 a 40%, em peso, por exemplo, menos de 35, em peso, por exemplo, menos de 30%, em peso, por exemplo, menos de 25%, em peso, de um ou mais comonômero(s).

[00116] A composição de polímero, adequadamente o seu componente de poliolefina, por exemplo, o polímero LDPE, pode ser opcionalmente insaturada, ou seja, a composição de polímero, adequadamente a poliolefina, por exemplo, o polímero LDPE, pode incluir ligações duplas carbono-carbono. "Insaturada" significa aqui que a composição de polímero, adequadamente a poliolefina, contém (antes de reticulação da composição de polímero) ligações duplas carbono-carbono /1000 átomos de carbono em uma quantidade total de pelo menos 0,1; pelo menos 0,2; pelo menos 0,3 ou alternativamente, pelo menos 0,4/1.000 átomos de carbono.

[00117] Como bem conhecido, a insaturação pode ser fornecida à composição de polímero, isto é, por meio de poliolefina, composto(s) de baixo peso molecular (Mw), como reforçador(es) de reticulação ou aditivo(s) retardador(es) de chama, ou quaisquer combinações destes. A quantidade total de ligações duplas aqui significa ligações duplas determinadas a partir da fonte(s) que é/são conhecida(s) e deliberadamente adicionada(s) para contribuir para a insaturação. Se

duas ou mais fontes acima de ligações duplas forem escolhidas para ser usadas para fornecer a insaturação, então a quantidade total de ligações duplas na composição de polímero significa a soma das duplas ligações presentes nas fontes de ligações duplas. É evidente que um composto modelo característico para a calibração é usado para cada fonte escolhida para possibilitar a determinação de infravermelho quantitativo (FTIR). Quaisquer medições da ligação dupla são realizadas antes da reticulação.

[00118] Se a composição de polímero for insaturada antes da reticulação, então é adequado que a insaturação tenha origem a partir de pelo menos um componente de poliolefina insaturada. Por exemplo, a poliolefina insaturada é um polietileno insaturado, por exemplo, um polímero LDPE insaturado, por exemplo, um homopolímero LDPE insaturado ou um copolímero LDPE insaturados. Quando o(s) comonômero(s) poli-insaturados(s) está/estão presente(s) no polímero LDPE como a dita poliolefina insaturada, então o polímero LDPE é um copolímero LDPE insaturado.

[00119] Em uma modalidade da presente invenção o termo "quantidade total de ligações duplas carbono-carbono " é definido a partir de poliolefina insaturada, e refere, se não especificado de outra forma, à quantidade combinada de ligações duplas que provêm de grupos vinila, grupos vinilideno e grupos trans-vinilenos, se presente. Naturalmente, a poliolefina não contém necessariamente todos os três tipos de ligações duplas acima. No entanto, qualquer um dos três tipos, quando presente, é calculado para a "quantidade total de ligações duplas carbono-carbono". A quantidade de cada tipo de ligação dupla é medida como indicado em "métodos de determinação".

[00120] Se um homopolímero LDPE for insaturado, então a insaturação pode ser fornecida, por exemplo, por um agente de transferência de cadeia (CTA), como propileno e/ou por condições de

polimerização. Se um copolímero LDPE for insaturado, então a insaturação pode ser fornecida por um ou mais dos seguintes meios: por um agente de transferência de cadeia (CTA), por um ou mais comonômeros poli-insaturados ou por condições de polimerização. É bem conhecido que as condições de polimerização selecionadas, como picos de temperatura e pressão, podem ter uma influência no grau de insaturação. No caso de um copolímero LDPE insaturado, é adequado um copolímero LDPE de etileno insaturado com pelo menos um comonômero poli-insaturado, e opcionalmente com outros comonômeros, tais como os comonômeros polares que são adequadamente selecionados a partir de comonômeros de acrilato ou acetato. Por exemplo, um copolímero LDPE insaturado é um copolímero LDPE de etileno insaturado com pelo menos comonômeros poli-insaturados.

[00121] Os comonômeros poli-insaturados adequados para a poliolefina insaturada consistem, por exemplo, de uma cadeia de carbono linear com pelo menos 8 átomos de carbono e pelo menos 4 carbonos entre as ligações duplas não-conjugadas, das quais pelo menos uma é o terminal, por exemplo, o dito comonômero poli-insaturado é um dieno, de preferência um dieno que compreende pelo menos oito átomos de carbono, a primeira ligação dupla carbono-carbono sendo o terminal e a segunda ligação dupla carbono-carbono não sendo conjugada a primeira. Os dienos exemplificados conjugados são selecionados de dienos não-conjugados C8-C14 ou suas misturas, por exemplo, selecionados a partir de 1,7-octadieno, 1,9-decadieno, 1,11-dodecadieno, 1,13-tetradecadieno, 7-metil-1,6-octadieno, 9-metil-1,8-decadieno, ou suas misturas. O dieno é, por exemplo, selecionado a partir de 1,7-octadieno, 1,9-decadieno, 1,11-dodecadieno, 1,13-tetradecadieno, ou qualquer mistura dos mesmos, sem, no entanto, limitar os dienos acima.

[00122] É bem conhecido que, por exemplo, o propilenoglicol pode ser usado como um comonômero ou como um agente de transferência de cadeia (CTA), ou ambos, no qual ele pode contribuir para a quantidade total das ligações duplas C-C, por exemplo, para a quantidade total dos grupos vinila. Aqui, quando um composto que pode agir também como um comonômero, tais como propileno, é utilizado como CTA para fornecer ligações duplas, então o dito comonômero copolimerizável não é calculado para o teor do comonômero.

[00123] Se a poliolefina, por exemplo, o polímero LDPE, for insaturada, então ela tem, por exemplo, uma quantidade total de ligações duplas carbono-carbono, provenientes de grupos vinila, grupos vinilideno e grupos trans-vinileno, se presente, de mais de 0,1; mais de 0,2; mais de 0,3; mais de 0,4 ou, alternativamente, mais de 0,5/1000 átomos de carbono. O limite superior da quantidade de ligações duplas carbono-carbono presentes na poliolefina não é limitado e pode ser menos de 5,0/1000 átomos de carbono, por exemplo, menos de 3,0/1000 átomos de carbono.

[00124] Em algumas modalidades, por exemplo, onde maior nível de reticulação com o peróxido de baixo teor é desejado, a quantidade total de ligações duplas carbono-carbono, provenientes de grupos vinila, grupos vinilideno e grupos trans-vinileno, se presente, no LDPE insaturado, é adequadamente maior que 0,50/1000 átomos de carbono, adequadamente maior que 0,60/1000 átomos de carbono. Essa maior quantidade de ligações duplas é adequada, por exemplo, se a alta velocidade de produção do cabo for desejada e/ou seria desejável para minimizar ou evitar problemas de flacidez e/ou deformação, que podem ocorrer, por exemplo, dependendo da aplicação final desejada e/ou do processo de produção do cabo. Maior teor de ligação dupla combinado com "baixo" teor de peróxido da invenção é também adequado nas modalidades do cabo, tais como em cabos de alimentação DC, onde

muitas propriedades exigentes mecânicas e/ou de resistência ao calor são necessárias para a camada, por exemplo, material da camada isolante.

[00125] Além disso, a poliolefina é, por exemplo, insaturada e contém pelo menos grupos vinila e a quantidade total de grupos vinila é, por exemplo, maior que 0,01/1000 átomos de carbono, por exemplo, maior que 0,05/1000 átomos de carbono, por exemplo, maior que 0,08/1000 átomos de carbono e, por exemplo, maior que 0,11/1000 átomos de carbono. Além disso, a quantidade total dos grupos vinila é, por exemplo, menor que 4,0/1000 átomos de carbono. A poliolefina, antes da reticulação, contém grupos vinila na quantidade total de, por exemplo, mais de 0,20/1000 átomos de carbono, por exemplo, mais de 0,30/1000 átomos de carbono e, por exemplo, mais de 0,40/1000 átomos de carbono. Em algumas modalidades exigentes, por exemplo, em cabos de alimentação, por exemplo, cabos de alimentação DC, pelo menos uma camada, por exemplo, uma camada isolante, compreende o polímero LDPE, por exemplo, copolímero LDPE, que contém grupos vinila na quantidade total de mais de 0,50/1000 átomos de carbono.

[00126] A insaturação tem mostrado contribuir ainda mais para o dito equilíbrio desejável de baixa condutividade e propriedades mecânicas. Em uma modalidade da presente invenção, a poliolefina da composição de polímero é um copolímero LDPE de etileno insaturado com pelo menos um comonômero poli-insaturado, por exemplo, um dieno como definido acima, e opcionalmente com outro comonômero, e tem a quantidade total de ligações duplas carbono-carbono, provenientes de grupos vinila, grupos vinilideno e grupos trans-vinileno, se presente, tal como definido acima, por exemplo, a quantidade total de grupos vinila conforme definido acima. O dito copolímero LDPE insaturado é altamente utilizável para o método para uma maior redução da condutividade elétrica de uma composição de polímero reticulado, por

exemplo, de uma camada isolante de um cabo de alimentação, por exemplo, de um cabo de alimentação DC.

[00127] Tipicamente e adequadamente, nas aplicações de fio e cabo (W&C), a densidade da poliolefina, por exemplo, do polímero LDPE, é maior que 860 kg/m^3 . A densidade da poliolefina, por exemplo, do polímero LDPE, o homo- ou copolímero de etileno é, por exemplo, não maior que 960 kg/m^3 e é, por exemplo, de 900 a 945 kg/m^3 . O MFR2 (2,16 kg, 190°C) da poliolefina, por exemplo, do polímero LDPE, por exemplo, de 0,01 a 50 g/10min, por exemplo, é de 0,1 a 20 g/10min, e, por exemplo, é de 0,2 a 10 g/10min.

[00128] Consequentemente, a poliolefina da invenção é, por exemplo, produzida em alta pressão pela polimerização inicializada pelo radical livre (referido como polimerização de radical de alta pressão (HP)). O reator de HP pode ser, por exemplo, um reator do tipo autoclave ou tubular bem conhecido ou uma mistura de um reator autoclave e tubular. Em uma modalidade da presente invenção o reator HP é um reator tubular. A poliolefina é, por exemplo, homopolímero LDPE insaturado ou copolímero LDPE de etileno com um ou mais comonômeros, conforme definido acima. O polímero LDPE obtido pelo processo da invenção fornecem, por exemplo, propriedades elétricas vantajosas conforme aqui definido. A polimerização de alta pressão (HP) e o ajuste das condições de processo para adaptar ainda mais as outras propriedades de poliolefina dependendo da aplicação final desejada são bem conhecidos e descritos na literatura, e podem ser facilmente utilizados por uma pessoa qualificada. As temperaturas de polimerização adequadas variam até 400°C , por exemplo, de 80 a 350°C e a pressão de 70 MPa, por exemplo, 100 a 400 MPa, por exemplo, de 100 a 350 MPa. A pressão pode ser medida pelo menos após o estágio de compressão e/ou após o reator tubular. A temperatura pode ser medida em vários pontos durante todas as etapas.

[00129] Após a separação, o polímero obtido é geralmente na forma de um polímero fundido que é normalmente misturado e peletizado em uma seção de peletização, tais como extrusoras peletizadoras, dispostas em conexão com o sistema de reator HP. Opcionalmente, o(s) aditivo(s), tais como antioxidante(s) contendo enxofre, pode ser adicionado nesta bateadeira de uma maneira conhecida para resultar na composição de polímero.

[00130] Mais detalhes da produção de (co)polímeros de etileno por polimerização de radical de alta pressão podem ser encontrados nomeadamente na Encyclopedia of Polymer Science and Engineering, Vol 6 (1986), pp 383-410 e Encyclopedia of Materials: Science and Technology, 2001 Elsevier Science Ltd.: "Polyethylene: High-pressure, R.Klimesch, D.Littmann and F.-O. Mähling pp. 7181-7184.

[00131] Quando um copolímero LDPE insaturado de etileno é preparado, então, como bem conhecido, o teor da ligação dupla C-C pode ser ajustado pela polimerização do etileno, por exemplo, na presença de um ou mais comonômeros poli-insaturados, agente(s) de transferência de cadeia, condições de processo ou quaisquer combinações destes, por exemplo utilizando a proporção de alimentação pretendido entre o monômero, por exemplo, o etileno e comonômero poli-insaturado e/ou agente de transferência de cadeia, dependendo da natureza e da quantidade de ligações duplas C-C desejadas para o copolímero LDPE insaturado. I.a. WO 9308222 descreve uma polimerização de radical de alta pressão de etileno com monômeros poli-insaturados. Como resultado, a insaturação pode ser distribuída uniformemente ao longo da cadeia de polímero na forma aleatória de copolimerização. Por exemplo, WO 9635732 também descreve polimerização de radical de alta pressão de etileno e um determinado tipo de α,ω -divinilsiloxanos poli-insaturados.

Composição de polímero

[00132] Antes da reticulação, a composição de polímero compreende pelo menos um peróxido na presença de um antioxidante contendo enxofre , e em que a dita composição de polímero tem um índice de fluidez (MFR) que é pelo menos 1,7, e na presença de menos de 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno, onde o "pelo menos um peróxido" contém pelo menos uma ligação -O-O-.

[00133] Naturalmente, no caso de dois ou mais diferentes produtos de peróxido serem utilizados na composição de polímero, então a quantidade (em mmol) de -O-O-/kg da composição de polímero conforme definido acima, ou abaixo ou nas reivindicações, é a soma da quantidade de -O-O-/kg da composição de polímero de cada produto do peróxido. Como exemplos não limitantes de peróxidos orgânicos adequados, di-terc-amilperóxido, 2,5-di(terc-butilperoxi)-2,5-dimetil-3-hexino, 2,5-di(terc-butilperoxi)-2,5-dimetil-hexano, terc-butilcumilperóxido, di(terc-butil)peróxido, peróxido de dicumilo, butil-4,4-bis (terc-butilperóxi)-valerato, 1,1-bis(terc-butilperoxi)-3,3,5- trimetilciclo, terc-butilperóxibenzoato, peróxido de dibenzoílo, bis(terc butilperóxi-isopropil)benzeno, 2,5-dimetil-2,5-di (benzoilperóxi)hexano, 1,1-di(terc-butilperóxi)ciclo-hexano, 1,1-di (terc amilperoxi)ciclo-hexano, ou quaisquer misturas dos mesmos, podem ser mencionados Além disso, o peróxido é, por exemplo, selecionado a partir de 2,5-di(terc-butilperóxi)-2,5-dimetilhexano, di(terc-butilperóxi-isopropil)benzeno, peróxido de dicumilo, terc-butilcumilperóxido, di(terc-butil)peróxido ou suas misturas. Além disso, o peróxido é, por exemplo, o peróxido de dicumilo.

[00134] Além disso, antes da reticulação da composição de polímero da invenção contém, além da poliolefina e do peróxido, antioxidante(s) contendo enxofre .

[00135] Além disso, antes da reticulação da composição de polímero da invenção, contém menos de 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno.

[00136] Além disso, antes da reticulação da composição de polímero da invenção, pode conter, além da poliolefina, o(s) peróxido(s), o(s) antioxidante(s) contendo enxofre e menos de 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno, outros componentes como componente(s) de polímero e/ou aditivo(s), aditivo(s) exemplificado(s), tais como, estabilizador(es), auxiliar(es) de processamento, aditivo(s) retardador de chama, aditivo(s) retardador de água, sequestrante(s) de ácido ou de iões, carga(s) inorgânica(s) e estabilizador(es) de tensão, tal como são conhecidos no campo de polímeros. As quantidades utilizadas de aditivos são convencionais e bem conhecidas por um versado na técnica, por exemplo, como já descrito neste documento.

[00137] A composição de polímero da invenção compreende tipicamente pelo menos 50%, em peso, por exemplo, pelo menos 60%, em peso, por exemplo, pelo menos 70%, em peso, por exemplo, pelo menos 75%, em peso, por exemplo, de 80 a 100%, em peso, e, por exemplo, de 85 a 100%, em peso, da poliolefina com base no peso total do(s) componente(s) de polímero presente(s) na composição de polímero. A composição de polímero exemplificada consiste em poliolefina como o único componente de polímero. A expressão significa que a composição de polímero não contém componentes poliméricos adicionais, mas a poliolefina como único componente de polímero. No entanto, é para ser entendido neste documento que a composição de polímero pode incluir outros componentes diferentes dos componentes de polímero, tais como aditivos, em linha com os aditivos como já descritos aqui, que podem ser opcionalmente adicionados em uma mistura com um veículo de polímero, isto é, a chamada mistura padrão.

[00138] A composição de polímero adequadamente consiste de poliolefina, por exemplo, polietileno, por exemplo, de homo ou copolímero LDPE, que podem ser opcionalmente insaturados antes da reticulação, como o único componente de poliolefina.

Utilizações finais e aplicações finais da invenção

[00139] A nova composição de polímero da invenção é extremamente útil em grande variedade de aplicações finais de polímeros. Usos exemplificados da composição de polímero estão em aplicações W&C, por exemplo, em uma ou mais camadas de um cabo de alimentação.

[00140] Um cabo de alimentação é definido como sendo um cabo de transferência de energia operando em qualquer tensão, normalmente operando em tensões superiores a 1 kV. A tensão aplicada ao cabo de alimentação pode ser de corrente alternada (AC), direta (DC), ou transiente (impulso). A composição de polímero da invenção é muito adequada para os cabos de energia que operam com voltagens acima de 320 kV, tais cabos de alimentação cobrem os de alta tensão (HV) e extra alta tensão (EHV), os quais os cabos EHV operam nas mesmas altas voltagens, como bem conhecido na técnica. Os termos acima têm significados bem conhecidos e assim indicam o nível operacional de tais cabos. Para os cabos de alimentação HV DC e EHV DC, a tensão operacional é definida aqui como a tensão elétrica entre a terra e o condutor do cabo de alta tensão. Normalmente um cabo de alimentação HV DC e o cabo de alimentação EHV DC operam em tensões de 40 kV ou mais, mesmo em voltagens de 50 kV ou mais. Um cabo de alimentação operando em tensões muito elevadas é conhecido na técnica como cabo de alimentação EHV DC que na prática pode ser tão elevado como, mas não limitado a, 900 kV.

[00141] A composição de polímero é altamente adequada para utilização como um material de camada para um cabo de alimentação AC ou DC, por exemplo, para um cabo de alimentação de corrente contínua (DC), por exemplo, para um cabo de alimentação DC operando em tensões superior a 320 kV, como o bem conhecido cabo de alimentação HV DC ou EHV DC, conforme definido acima.

[00142] O cabo de alimentação reticulável, por exemplo, um cabo de alimentação DC reticulável, é fornecido compreendendo um condutor circundado por uma ou mais camadas, por exemplo, pelo menos uma camada isolante, por exemplo, pelo menos uma camada interna semicondutiva, uma camada isolante e uma camada externa semicondutiva, nessa ordem, em que pelo menos uma dita camada, por exemplo, a camada isolante, compreende uma composição de polímero reticulado contendo uma poliolefina reticulável, peróxido, em uma quantidade que corresponde a X mmol -O-O-/kg da composição de polímero, um antioxidante contendo enxofre, em uma quantidade que corresponde a Y mmol -OH /kg da composição de polímero e em que a dita composição de polímero tem um índice de fluidez (MFR) que é pelo menos 1,7, e na presença de menos de 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno, onde X e Y são como aqui definidos.

[00143] A camada isolante do cabo de alimentação, por exemplo, do cabo de alimentação DC, por exemplo, compreende o dito copolímero LDPE insaturado como definido acima.

[00144] O termo "condutor" significa aqui acima e abaixo que o condutor é composto por um ou mais fios. Além disso, o cabo pode incluir um ou mais desses condutores. Por exemplo o condutor é um condutor eléctrico e é composto por um ou mais fios de metal.

[00145] Como bem conhecido o cabo pode opcionalmente incluir novas camadas, por exemplo, camadas em torno da camada de isolamento ou, se presente, camadas externas semicondutivas, tais como tela(s), uma camada encamisada, outra(s) camada(s) protetora(s) ou quaisquer combinações destas.

[00146] A presente invenção também fornece um processo para produzir um cabo de alimentação, por exemplo, um cabo de alimentação reticulável, por exemplo, um cabo de alimentação DC reticulável, por exemplo, um cabo de alimentação HV DC ou EHV DC reticulável, como

definido acima ou nas reivindicações, compreendendo um condutor circundado por uma ou mais camadas, por exemplo, pelo menos uma camada isolante, por exemplo, pelo menos uma camada interna semicondutiva, uma camada isolante e uma camada externa semicondutiva, nessa ordem, em que o processo inclui as etapas de aplicar uma ou mais camadas em um condutor, em que pelo menos uma camada, por exemplo, a camada isolante, compreende uma composição de polímero reticulado da composição contendo uma poliolefina reticulável, peróxido, em uma quantidade que corresponde a X mmol -O-O-/kg da composição de polímero, antioxidante contendo enxofre , em uma quantidade que corresponde a Y mmol -OH /kg da composição de polímero e em que a dita composição de polímero tem um índice de fluidez (MFR) que é pelo menos 1,7, e na presença de menos de 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno, onde X e Y são como aqui definidos.

[00147] Em uma modalidade do processo de produção do cabo de alimentação da invenção, um cabo de alimentação reticulável é produzido por

fornecimento e mistura, por exemplo, mistura do material fundido em uma extrusora, a dita composição de polímero da invenção conforme definido neste documento,

aplicação de pelo menos uma mistura do material fundido da composição de polímero obtida a partir da etapa (a), por exemplo, (co)extrusão, sobre um condutor para formar uma ou mais camadas, por exemplo, pelo menos uma camada isolante e

opcionalmente a reticulação de pelo menos a composição de polímero da invenção na referida pelo menos uma camada, por exemplo, na camada isolante.

[00148] Por exemplo, nesta modalidade um cabo de alimentação DC reticulável, por exemplo, um cabo de alimentação HV DC reticulável da

invenção compreendendo um condutor rodeado por uma camada interna semicondutiva, uma camada isolante e uma camada externa semicondutiva, nessa ordem, é produzido, em que o processo compreende as etapas de

(a)

- fornecimento e mistura, por exemplo, mistura do material fundido em uma extrusora, uma primeira composição semicondutiva reticulável compreendendo um polímero, um negro de fumo e opcionalmente outro(s) componente(s) para a camada interna semicondutiva,

- fornecimento e mistura, por exemplo, mistura do material fundido em uma extrusora, uma composição de polímero reticulável da invenção para a camada isolante,

- fornecimento e mistura, por exemplo, mistura do material fundido em uma extrusora, uma segunda composição semicondutiva reticulável, que é, por exemplo, reticulável e compreendendo um polímero, um negro de fumo e opcionalmente outro(s) componente(s) para a camada externa semicondutiva,

(b) aplicação sobre um condutor, por exemplo, por coextrusão,

- uma mistura do material fundido da primeira composição semicondutiva obtida a partir da etapa (a) para formar a camada interna semicondutiva,

- uma mistura do material fundido da composição de polímero da invenção obtida a partir da etapa (a) para formar a camada isolante, e

- uma mistura do material fundido da segunda composição semicondutiva obtida a partir da etapa (a) para formar a camada externa semicondutiva, e

(c) opcionalmente reticular em condições de reticulação uma

ou mais composição de polímero da camada isolante, a composição semicondutiva da camada interna semicondutiva e a composição semicondutiva da camada externa semicondutiva do cabo obtido, por exemplo, pelo menos a composição de polímero da camada isolante, por exemplo, a composição de polímero da camada isolante, a composição semicondutiva da camada interna semicondutiva e a composição semicondutiva da camada externa semicondutiva.

[00149] O polímero da primeira e da segunda composição semicondutiva é, por exemplo, uma poliolefina como descrito em relação à composição de polímero da invenção.

[00150] Além disso, o negro de carbono da primeira e da segunda composição semicondutiva pode ser qualquer negro de carbono que seja conduzido eletricamente. O negro de carbono pode ter, adequadamente, uma ou mais das seguintes propriedades: (a) um tamanho de partículas primário de pelo menos 5 nm que é definido como o número médio de diâmetro de partículas de acordo com ASTM D3849-95a, b) número de iodo de pelo menos 30 mg/g de acordo com a ASTM D1510, c) número de absorção de óleo de pelo menos 30 ml/100 g que é medida de acordo com a ASTM D2414. Os exemplos não limitativos de negros de carbono adequados incluem negros de fumo e negros de acetileno.

[00151] Um exemplo de um grupo de negros de fumo tem um tamanho de partículas primário de 28 nm ou menos. A média de tamanho de partículas primário é definido como o número de partículas de diâmetro médio medido de acordo com a ASTM D3849-95a. Os negros de fumo desta categoria podem, por exemplo, ter um número de iodo entre 60 e 300 mg/g de acordo com a ASTM D1510. Além disso, o número absorção de óleo (desta categoria), por exemplo, pode ser entre 50 e 225 ml/100 g, por exemplo, entre 50 e 200 ml/100 g que pode ser medido de acordo com a ASTM D2414.

[00152] Outro exemplo de um grupo de negros de fumo tem um tamanho de partículas primário de mais de 28 nm. A média de tamanho de partículas primário é definida como o número de partículas de diâmetro médio de acordo com a ASTM D3849-95a. Os negros de fumo desta categoria podem, por exemplo, ter um número de iodo entre 30 e 200 mg/g de acordo com a ASTM D1510. Além disso, o número absorção de óleo (desta categoria) pode, por exemplo, ser entre 80 e 300 ml/100 g, medido de acordo com a ASTM D2414.

[00153] Outros negros de carbono adequados podem ser feitos por qualquer outro processo ou podem ainda ser tratados. Os negros de carbono adequados para a dita primeira e segunda composição semicondutiva, por exemplo, podem ser caracterizados pela sua limpeza. Consequentemente, um grupo de negros de carbono, podem ter um teor de cinzas de menos de 0,2%, em peso, medido de acordo com a ASTM D1506, um resíduo de peneira de rede 325 de menos de 30 ppm de acordo com a ASTM D1514 e tem menos de 1%, em peso, total de enxofre de acordo com a ASTM D1619.

[00154] O negro de carbono de forno é um termo geralmente reconhecido para o tipo de negro de carbono bem conhecido que é produzido em um reator de tipo forno. Como exemplos de negros de carbono, o processo de preparação dos mesmos e os reatores, é feita referência ao exemplo EP629222 de Cabot, US4391789, US 3922335 e US3401020. Como exemplos de graus de negro de carbono de forno comercial descrito no método ASTM D 1765-98b, ou seja, N351, N293 e N550, podem ser mencionados.

[00155] Os negros de carbono de forno são convencionalmente distinguidos de negros de carbono de acetileno que são outro tipo de negro de carbono adequado que pode ser adequado para uma composição semicondutiva, os negros de carbono de acetileno são produzidos em um processo de negro de carbono de acetileno pela

reação de acetileno e hidrocarbonetos insaturados, por exemplo, como descrito em US4340577. Um grupo de negros de acetileno adequados pode ter um tamanho das partículas maiores que 20 nm, por exemplo, 20 a 80 nm. A média de tamanho de partículas primário é definida como o número de partículas de diâmetro médio de acordo com a ASTM D3849-95a. Além disso, negros de acetileno adequados desta categoria têm um número de iodo entre 30 a 300 mg/g, por exemplo, 30 a 150 mg/g de acordo com a ASTM D1510. Além disso, o número absorção de óleo (desta categoria), por exemplo, pode ser entre 80 e 300 ml/100 g, por exemplo, entre 100 e 280 ml/100 g e isto pode ser medido de acordo com a ASTM D2414. O preto de acetileno é um termo geralmente reconhecido e é muito bem conhecido e, por exemplo, fornecido por Denka.

[00156] Além disso, a dita primeira e segunda composições semicondutivas, por exemplo, podem ser idênticas.

[00157] A mistura de material fundido significa que a mistura acima do ponto de fusão de pelo menos do maior componente(s) de polímero da mistura obtida e é normalmente realizada em uma temperatura de pelo menos 10-15°C acima do ponto de fusão ou amolecimento do(s) componente(s) de polímero.

[00158] O termo "(co)-extrusão" significa aqui que no caso de duas ou mais camadas, as ditas camadas podem ser extrudadas em etapas separadas, ou pelo menos duas ou todas as camadas podem ser coextrudadas em uma mesma etapa de extrusão, bem conhecida na técnica. O termo "(co)-extrusão" significa aqui também que a totalidade ou parte da(s) camada(s) é/são formada(s) simultaneamente usando uma ou mais cabeças de extrusão. Por exemplo, uma extrusão tripla pode ser usada para a formação de três camadas. No caso de uma camada ser formada usando mais de uma cabeça de extrusão, por exemplo, as camadas podem ser extrudadas usando duas cabeças de

extrusão, a primeira para formar a camada interna semicondutiva e a parte interna da camada isolante e a segunda cabeça para formar a camada isolante externa e a camada semicondutiva externa.

[00159] Como bem conhecido, a composição de polímero da invenção e as primeiras e segundas composições semicondutivas opcionais e exemplificadas podem ser produzidas antes ou durante o processo de produção do cabo. Além disso, a composição de polímero da invenção e as primeiras e segundas composições semicondutivas opcionais podem cada uma incluir de forma independente parte ou a totalidade do(s) componente(s) antes de introduzir a etapa (a) de mistura (fusão) do processo de produção do cabo.

[00160] A etapa de mistura (a) da composição de polímero fornecida da invenção e das primeiras e segundas composições semicondutivas opcionais é, por exemplo, realizada em uma extrusora de cabo. A etapa (a) do processo de produção do cabo pode opcionalmente incluir uma etapa de mistura separada, por exemplo, em um misturador disposto em ligação e anterior ao cabo extrusor da linha de produção do cabo. A mistura no misturador separado anterior pode ser realizada por mistura com ou sem aquecimento externo (aquecimento com uma fonte externa) do(s) componente(s). No caso do(s) peróxido(s), o(s) antioxidante(s) contendo enxofre, menos de 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno e uma parte ou a totalidade do(s) componente(s) opcional(ais) adicional(ais), como aditivo(s) adicional(ais), da composição do polímero da invenção e das primeiras e segundas composições semicondutivas opcionais e exemplificadas, são adicionados a poliolefina durante o processo de produção do cabo e depois a(s) adição(ões) podem acontecer em qualquer fase durante a etapa de mistura (a), por exemplo, no misturador separado opcional que antecede o extrusor de cabo ou em qualquer ponto(s) do extrusor de cabo. A adição de peróxido(s), o(s) antioxidante(s) contendo enxofre,

menos de 0,05%, em peso, do 2,4-difenil-4-metil-1-penteno e aditivo(s) opcional(ais) podem ser feitos simultaneamente ou separadamente como tal, adequadamente na forma líquida ou em uma bem conhecida mistura padrão, e em qualquer fase durante a etapa de mistura (a).

[00161] Em uma modalidade da invenção, o(s) peróxido(s), o(s) antioxidante(s) contendo enxofre, menos de 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno e, por exemplo, também o(s) outro(s) componente(s) opcional(s), como aditivo(s), já estão presentes em pelo menos a composição de polímero, antes de ser utilizado no processo de produção de cabo e na linha de produção do mesmo O(s) peróxido(s), o(s) antioxidante(s) contendo enxofre e menos de 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno podem ser fornecidos para os péletes de poliolefina ou da composição de polímero antes que os péletes sejam fornecidos para a etapa (a) do processo. O(s) peróxido(s), o(s) antioxidante(s) contendo enxofre e menos de 0,05%, em peso, do 2,4-difenil-4-metil-1-penteno podem ser, por exemplo, misturados fundidos juntos com a poliolefina e opcional outro(s) componente(s) e em seguida a mistura fundida é peletizada ou, por exemplo, pode ser adicionada, por exemplo, impregnada, para os péletes sólidos de poliolefina ou da composição de polímero. O(s) peróxido(s), o(s) antioxidante (s) contendo enxofre e menos de 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno são, por exemplo, adicionados em estado líquido, ou seja, eles podem ser na forma líquida à temperatura ambiente ou aquecidos acima do ponto de fusão ou de transição vítrea ou dissolvidos em um carreador, com bem conhecidos por uma pessoa qualificada. A adição do(s) aditivo(s) opcional(ai) nesta modalidade pode ser feita como descrito acima para o(s) peróxido(s), o (s) antioxidante (s) contendo enxofre e menos de 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno.

[00162] A composição de polímero e a primeira e segunda

composição semicondutiva opcional podem ser utilizadas, por exemplo, em forma de pó, grãos ou péletes quando fornecidas ao cabo do processo de produção. Os péletes podem ser de qualquer tamanho e forma.

[00163] Além disso, a mistura de fusão da composição de polímero, por exemplo, pode ser obtida a partir de uma etapa de mistura de fusão consiste de poliolefina da invenção como o único componente de polímero. O(s) aditivo(s) opcional(ais) e exemplificados podem ser adicionados à composição de polímero como tal ou como uma mistura com um polímero transportador, ou seja, em uma forma chamada de mistura padrão.

[00164] Em uma modalidade do processo de produção do cabo, um cabo de alimentação reticulável, por exemplo, um cabo de alimentação DC reticulável, por exemplo, um cabo de alimentação HV DC, é produzido, em que a camada isolantes compreende a composição de polímero da invenção compreendendo uma poliolefina reticulável, opcionalmente, e, por exemplo, homo ou copolímero LDPE insaturados, e peróxido(s), antioxidante (s) contendo enxofre e menos de 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno, em quantidades como fornecidas aqui e em seguida a poliolefina reticulável na camada isolante do cabo obtido é reticulada na etapa (c) em condições de reticulação. Por exemplo, nesta modalidade, um cabo de alimentação reticulado, por exemplo, um cabo de alimentação DC reticulado, por exemplo, um cabo de alimentação HV DC reticulado é produzido, que compreende um condutor rodeado por uma camada interna semicondutiva, por exemplo, consistindo de uma primeira composição semicondutiva, uma camada isolante compreendendo, por exemplo, uma composição de polímero da invenção como definido acima, e opcionalmente, e por exemplo, uma camada externa semicondutiva, por exemplo, consistindo de uma segunda composição semicondutiva,

em que pelo menos a composição de polímero da camada

isolante, opcionalmente e, por exemplo, pelo menos um, por exemplo, ambas, a primeira e a segunda composição semicondutiva, a camada interna e, respectivamente, a externa, semicondutiva é reticulada em condições de reticulação na etapa (c). Reticulação da composição de polímero da camada isolante é realizada na presença de um peróxido em uma quantidade tal como definido acima ou nas reivindicações abaixo, e a reticulação opcional da primeira composição semicondutiva da semicondutiva interna é realizada na presença do(s) agente(s) de reticulação, por exemplo, na presença do(s) agente(s) de geração de radicais livres que é, por exemplo, um peróxido(s).

[00165] O(s) agente(s) de reticulação pode(m) já estar presente(s) na primeira e segunda composição semicondutiva opcional antes de introduzir para a etapa de reticulação (c) ou introduzidos durante a etapa de reticulação. O peróxido é, por exemplo, utilizado como agente de reticulação para a dita primeira e segunda composição semicondutiva opcional e é, por exemplo, incluído para os péletes da composição semicondutiva antes de a composição ser utilizada no processo de produção de cabo conforme descrito acima.

[00166] A reticulação pode ser realizada a temperaturas, como já descrito aqui, ou seja, a temperatura máxima da dita composição de polímero sob o procedimento de cura durante o qual a composição de polímero é reticulada.

[00167] As temperaturas de processamento e dispositivos são bem conhecidos na técnica, por exemplo, misturadores e extrusoras convencionais, tais como roscas extrusoras únicas ou duplas, são adequadas para o processo da invenção.

[00168] A invenção fornece ainda um cabo de alimentação reticulado, por exemplo, um cabo de alimentação DC reticulado, por exemplo, um cabo de alimentação HV DC ou EHV DC reticulado, compreendendo um condutor rodeado por uma ou mais camadas, por exemplo, pelo menos

através de uma camada isolante, por exemplo, pelo menos através de uma camada interna semicondutiva, uma camada isolante e uma camada externa semicondutiva, nessa ordem, em que pelo menos a camada isolante compreende a composição de polímero reticulada ou qualquer dos subgrupos ou modalidades da mesma como definida acima ou nas reivindicações. Opcionalmente também uma ou ambas, por exemplo, ambas as composições internas semicondutivas e composições externas semicondutivas são reticuladas.

[00169] Naturalmente, a composição de polímero da invenção usada em pelo menos uma camada de cabo, por exemplo, em uma camada isolante do cabo da invenção tem, quando reticulada, as vantajosas propriedades conforme aqui definidas.

[00170] A invenção fornece ainda a utilização da composição de polímero, ou qualquer dos subgrupos ou das modalidades exemplificados, tal como definidos acima ou nas reivindicações, em pelo menos uma camada, por exemplo, em pelo menos uma camada isolante de um cabo de alimentação reticulado, por exemplo, de um cabo de alimentação (DC) reticulado, por exemplo, de um cabo de alimentação HV DC ou EHV DC reticulado, compreendendo um condutor rodeado por pelo menos uma camada, por exemplo, pelo menos uma camada isolante interna semicondutiva, uma camada isolante, uma camada externa semicondutiva, nessa ordem.

[00171] A invenção fornece também a utilização da composição de polímero, ou qualquer dos subgrupos ou das modalidades exemplificados, tal como definidos acima ou nas reivindicações, para produzir pelo menos uma camada, por exemplo, uma camada isolante de um cabo de alimentação reticulado, por exemplo, de um cabo de alimentação (DC) reticulado, por exemplo, de um cabo de alimentação HV DC ou EHV DC reticulado, compreendendo um condutor rodeado por pelo menos uma camada, por exemplo, pelo menos uma camada

isolante interna semicondutiva, uma camada isolante, uma camada externa semicondutiva, nessa ordem.

[00172] A espessura da camada isolante do cabo de alimentação, por exemplo, do cabo DC, por exemplo, do cabo de alimentação HV DC ou EHV DC, é normalmente de 2 mm ou mais, por exemplo, pelo menos 3 mm, por exemplo, pelo menos 5 a 100 mm, por exemplo, de 5 a 50 mm, quando medida a partir de uma seção transversal da camada isolante do cabo.

Métodos de determinação

[00173] Exceto onde especificado em contrário na descrição ou parte experimental, os seguintes métodos foram usados para as determinações da propriedade.

wt%: % em peso

Método do tempo de indução da oxidação (OIT)

[00174] O teste OIT é realizado segundo a norma ASTM D3895, ISO/CD 11357 e EN 728 usando calorimetria de varredura diferencial (CVD). Uma amostra circular com um diâmetro de 5 mm e um peso de 5 a 6 mg do material (ou seja, a composição de polímero reticulado da presente invenção) para ser testada é introduzida em DSC na temperatura ambiente e a amostra é aquecida a uma temperatura de 200°C (20°C/min) em atmosfera de nitrogênio. Depois de 5 min de estabilização isotérmica a 200°C, o gás é alterado de nitrogênio para oxigênio. A taxa de fluxo do oxigênio é a mesma que a do nitrogênio, 50 ml/min. Nestas condições o estabilizador é consumido ao longo do tempo até que ele esteja totalmente esgotado. Neste ponto, a amostra de polímero (ou seja, a composição de polímero reticulado da presente invenção) degrada ou oxida liberando o calor adicional (reação exotérmica).

[00175] O tempo de indução da oxidação (OIT) é definido como o tempo medido a partir do interruptor de oxigênio para o ponto de inflexão inicial para a reação exotérmica que ocorre quando o estabilizador está

esgotado. Assim o OIT é uma medida da estabilidade térmica do material. Medições paralelas são realizadas para cada condição e o valor médio é calculado.

Índice de fluidez

[00176] O índice de fluidez (MFR) é determinado de acordo com a norma ISO 1133 e é indicada em g/10 min. O MFR é uma indicação da fluidez e por isso a processabilidade do polímero. Quanto maior o índice de fluidez, menor a viscosidade do polímero. O MFR é determinado a 190°C para polietilenos e pode ser determinado em diferentes cargas como 2,16 kg (MFR2) ou 21,6 kg (MFR21).

Densidade

[00177] A densidade foi medida de acordo com a norma ISO 1183-2. A preparação da amostra foi executada de acordo com a norma ISO 1872-2, Tabela 3 Q (moldagem por compressão).

Teores do comonômero

[00178] Quantificação do teor de alfa-olefina em polietilenos de baixa densidade linear e polietilenos de baixa densidade por espectroscopia de RMN:

[00179] O teor de comonômeros foi determinado por espectroscopia de ressonância nuclear magnética (RNM) quantitativa ¹³C após atribuição básica (J. Randall - Rev. Macromol JMS. Chem. Phys., C29(2&3), 201-317 (1989)). Parâmetros experimentais foram ajustados para assegurar uma medição de espectros quantitativos para essa tarefa específica.

[00180] Especificamente a espectroscopia de RNM de estado-solução foi empregada usando um espectrômetro Bruker Avancel-II 400. As amostras homogêneas foram preparadas dissolvendo aproximadamente 0,200 g de polímero em 2,5 ml de tetracloreto de carbono deuterado em 10 mm tubos de amostra utilizando um bloco de calor e forno de tubo de rotação a 140°C. Os espectros de RMN de único pulso

^{13}C dissociados de próton com NOE (powergated) foram registrados usando os seguintes parâmetros de aquisição: um ângulo de giro de 90 graus, 4 digitalizações simuladas, 4096 tempo de aquisição transientes de 1,6s, uma largura espectral de 20kHz, uma temperatura de 125°C, um esquema de dissociação de próton WALTZ binível e um atraso do relaxamento de 3,0 s. O FID resultante foi processado utilizando os seguintes parâmetros de processamento: zero-enchimento até 32k pontos de dados e apodização usando uma função de janela gaussiana; correção de fase de zero e primeira ordem automática e correção automática de linha usando uma quinta ordem polinomial restrita à região de interesse.

[00181] As quantidades foram calculadas usando razões simples corrigidas das integrais de sinal de locais representativos com base em métodos bem conhecidos na técnica.

[00182] b) teor de comonômero de comonômeros polares em polietileno de baixa densidade

[00183] Polímeros contendo $> 6\%$, em peso, das unidades de comonômero polar

[00184] O teor do comonômero (wt%) foi determinado de uma maneira conhecida com base na determinação da espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) calibrada com espectroscopia de ressonância nuclear magnética (RNM) quantitativa. Abaixo está um exemplo de determinação do teor do comonômero polar de etileno acrilato de etila, etileno acrilato de butila e etileno acrilato de metila. As amostras de filme de polímeros foram preparadas para a medição de FTIR: 0,5 a 0,7 mm de espessura foi utilizada para o etileno acrilato de butila e etileno acrilato de etila e 0,10 mm de espessura de filme para etileno acrilato de metila na quantidade de $>6\%$, em peso. Os filmes foram prensados com um filme Specac pressione a 150°C, aproximadamente a 5 toneladas, 1 a 2 minutos e em seguida arrefecidos

com água fria em uma maneira não controlada. A espessura exata das amostras do filme obtida foi medida.

[00185] Após a análise com FTIR, as linhas de base no modo de absorvância foram elaboradas para os picos de ser analisados. O pico de absorvância para os comonômeros foi normalizado com o pico de absorvância de polietileno (por exemplo, a altura do pico para o acrilato de butila ou acrilato de etila em 3450 cm^{-1} foi dividida com a altura do pico de polietileno em 2020 cm^{-1}). O procedimento de calibração da espectroscopia de RMN foi realizado de forma convencional que está bem documentado na literatura, explicado abaixo.

[00186] Para a determinação do teor de acrilato de metila uma amostra do filme de 0,10 mm de espessura foi preparada. Depois da análise, a absorvância máxima para o pico para o metacrilato a 3455 cm^{-1} foi subtraída com o valor de absorvância para a linha de base a 2475 cm^{-1} (ametilacrilato - A 2475). Então o pico de absorvância máxima para o pico de polietileno a 2660 cm^{-1} foi subtraído com o valor de absorvância para a linha de base a 2475 cm^{-1} (A2660 - A 2475). A relação entre (ametilacrilato-A2475) e (A2660-A2475) foi então calculada na forma convencional que está bem documentada na literatura.

[00187] A % em peso pode ser convertida para mol-% por cálculo. Está bem documentado na literatura.

[00188] Quantificação do teor de copolímero em polímeros por espectroscopia de RMN

[00189] O teor de comonômero foi determinado pela ressonância magnética nuclear (RNM) quantitativa após atribuição básica (por exemplo, "NMR Spectra of Polymers and Polymer Additives", A. J. Brandolini and D. D. Hills, 2000, Marcel Dekker, Inc. New York). Parâmetros experimentais foram ajustados para assegurar uma medição de espectros quantitativos para essa tarefa específica (por exemplo, "200 and More NMR Experiments: A Practical Course", S.

Berger and S. Braun, 2004, Wiley-VCH, Weinheim). As quantidades foram calculadas usando razões simples corrigidas das integrais de sinal de locais representativos de uma maneira conhecida na técnica.

[00190] (2) Polímeros contendo 6%, em peso, ou menos, das unidades de comonômero polar

[00191] O teor do comonômero (wt%) foi determinado de uma maneira conhecida com base na determinação da espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) calibrada com espectroscopia de ressonância nuclear magnética (RNM) quantitativa. Abaixo está um exemplo de determinação do teor do comonômero polar de etileno acrilato de etila e etileno acrilato de metila. Para a medição de FT-IR, amostras de um filme de 0,05 a 0,12 mm de espessura foram preparadas como descrito acima sob o método (1). A espessura exata das amostras do filme obtida foi medida.

[00192] Após a análise com FT-IR, as linhas de base no modo de absorvância foram elaboradas para os picos para ser analisados. A absorvância máxima para o pico para o comonômero (por exemplo, para metilacrilato em 1164 cm^{-1} e butilacrilato em 1165 cm^{-1}) foi subtraída com valor de absorvância para a linha de base a 1850 cm^{-1} (comonômero apolar - A_{1850}). Então o pico de absorvância máxima para o pico de polietileno a 2660 cm^{-1} foi subtraído com o valor de absorvância para a linha de base a 1850 cm^{-1} ($A_{2660} - A_{1850}$). A razão entre ($A_{\text{comonômero}} - A_{1850}$) e ($A_{2660} - A_{1850}$) foi então calculada. O procedimento de calibração da espectroscopia de RMN foi realizado de forma convencional que está bem documentado na literatura, como descrito acima em método (1).

[00193] A %, em peso, pode ser convertida para mol-% por cálculo, e como fazer isso está bem documentado na literatura.

PENT (Teste de entalhe da Pensilvânia)

[00194] A resistência para desacelerar o crescimento de rachadura

foi avaliada através do teste de entalhe da Pensilvânia (PENT) de acordo com a norma ISO 16241:2005 com algumas modificações.

[00195] Uma placa moldada por compressão de cada material foi produzida de acordo com o procedimento a seguir. Grânulos foram aquecidos em um molde fechado a 180°C por 15 minutos sem pressão. O calor foi desligado e uma pressão nominal de 1,7 MPa foi aplicada por 12,5 horas enquanto a amostra e o molde foram deixados para esfriar naturalmente.

Dimensões da amostra de teste: 60 mm × 25 mm × 10 mm

Entalhe principal: 3,5 mm de profundidade

Entalhes laterais: 0,7 mm de profundidade

Temperatura de ensaio das amostras de teste: 70°C

Tensão de teste (calculada na área transversal não entalhada): 2,0 MPa

2 amostras de teste por material

[00196] O tempo de falha foi gravado e a média de 2 amostras calculada.

[00197] A cristalinidade e a temperatura de fusão foram medidas com DSC usando um TA instrumentos Q2000. O programa de temperatura utilizado foi iniciado a 30°C, aquecendo a 180°C, uma isoterma a 180°C por 2 min e depois resfriamento para -15°C, uma isoterma a -15°C por 2 min e depois o aquecimento a 180°C. As taxas de aquecimento e de resfriamento são 10°C/min.

[00198] As amostras que são reticuladas foram todas reticuladas a 180°C por 10 min e depois desgaseificadas no vácuo a 70°C durante a noite para remover todos os subprodutos de peróxido antes da cristalinidade e a temperatura de fusão foi medida.

[00199] Temperatura de fusão, T_M , é a temperatura onde o fluxo de calor para a amostra está no seu máximo.

[00200] O grau de cristalinidade, $\text{Cristalinidade \%} = 100 \times \Delta H_f / \Delta H$

100% onde $\Delta H_{100\%}$ (J/g) é 290,0 para PE (L.Mandelkem, Macromolecular Physics, vol 1-3, Academic Press, Nova Iorque 1973,1976 &1980). A avaliação da cristalinidade foi feita a partir de 20°C.

Método de condutividade DC

[00201] As placas são moldadas por compressão a partir de péletes da composição de polímero de teste. Placas finais consistem da composição do polímero de teste e têm uma espessura de 1 mm e um diâmetro de 260 mm.

[00202] Placas finais são preparadas pela moldagem por pressão a 130°C para 600 s e 20 MPa. Em seguida, a temperatura é aumentada e atinge 180°C ou 250°C, após 5 min. A temperatura é então mantida constante a 180°C ou 250°C durante 1000 s, durante o qual a placa se torna totalmente reticulada por meio do peróxido presente na composição de polímero de teste. Finalmente, a temperatura é diminuída usando a taxa de resfriamento de 15°C/min até que a temperatura ambiente seja alcançada quando a pressão é liberada.

[00203] Uma fonte de alta tensão está ligada ao eletrodo superior, para aplicar tensão sobre a amostra de teste. A corrente resultante através da amostra é medida com um eletrômetro/picômetro. A célula de medição é um sistema de três eletrodos com eletrodos de bronze colocados em um forno de aquecimento circulado com ar comprimido seco para manter um nível de umidade constante.

[00204] O diâmetro do eletrodo de medição é de 100 mm. Precauções tenham sido realizadas para evitar centelhas das bordas arredondadas dos eletrodos.

[00205] A tensão aplicada foi de 30 kV DC que significa um campo elétrico médio de 30 kV/mm. A temperatura foi de 70°C. A corrente através da placa foi registrada em todo o experimento com duração de 24 horas. A corrente após 24 horas foi utilizada para calcular a

condutividade do isolamento.

[00206] Este método e o esquema de imagem da configuração de medição para a medições de condutividade foram minuciosamente descritas em publicações apresentadas em

[00207] Nordic Insulation Symposium 2009 (Nord-IS 09), Gothenburg, Sweden, Junho 15-17, 2009, pag 55-58: Olsson et al, "Experimental determination of DC conductivity for XLPE insulation".

[00208] Nordic Insulation Symposium 2013 (Nord-IS 13), Trondheim, Norway, Junho 9-12, 2013, pag 161-164: Andersson et al, "Comparison of test setups for high field conductivity of HVDC insulation materials".

Método para a determinação da quantidade de ligações duplas na composição de polímero ou no polímero

Quantificação da quantidade de ligações duplas carbono-carbono por espectroscopia IR

[00209] A espectroscopia de infravermelho (IR) quantitativa foi utilizada para quantificar a quantidade de ligações duplas carbono-carbono (C=C). A calibração foi obtida pela determinação prévia do coeficiente de extinção molar dos grupos funcionais C=C nos compostos do modelo de baixo peso molecular representativos de estrutura conhecida.

[00210] A quantidade de cada um destes grupos (N) foi definida como o número de ligações duplas carbono-carbono por mil átomos de carbono total (C=C/1000C) através de:

$$N = (A \times 14) / (E \times L \times D)$$

em que A é a absorvância máxima definida como pico de altura, E o coeficiente de extinção molar do grupo em questão ($\text{l} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$), L a espessura do filme (mm) e D a densidade do material ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$).

[00211] A quantidade total de ligações C=C por mil átomos de carbono total pode ser calculada através do somatório de N para o C=C

individual contendo componentes.

[00212] Para as amostras de polietileno, espectros de infravermelho de estado sólido foram registrados utilizando um espectrômetro de FTIR (Perkin Elmer 2000) nos filmes finos moldados por compressão (0,5-1,0 mm) com uma resolução de 4 cm^{-1} e analisados no modo de absorção.

[00213] Toda quantificação foi realizada usando a absorção do C=C-H fora da curva normal entre 910 e 960 cm^{-1} . O número de ondas específicas de absorção foi dependente da estrutura química da insaturação contendo as espécies.

Composições de polímero compreendendo homopolímeros e copolímeros de polietileno, excepto os copolímeros de polietileno com $> 0,4\text{ wt\%}$ do comonômero polar

[00214] Para polietilenos, três tipos de grupos funcionais contendo C=C foram quantificados, cada um com uma característica de absorção e cada calibrado para um composto de modelo diferente resultando em coeficientes de extinção individuais:

vinil (R-CH=CH_2) via 910 cm^{-1} baseado em 1-deceno [dec-1-eno] produzindo $E = 13,13\text{ l}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{mm}^{-1}$

vinilideno (RR'C=CH_2) via 888 cm^{-1} baseado em 2-metil-1-hepteno [2-metihept-1-eno] produzindo $E = 18,24\text{ l}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{mm}^{-1}$

trans-vinileno (R-CH=CH-R') via 965 cm^{-1} baseado em trans-4-deceno [(E)-dec-4-eno] produzindo $E = 15,14\text{ l}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{mm}^{-1}$

[00215] Para homopolímeros ou copolímeros de polietileno com $< 0,4\text{ wt\%}$ do comonômero polar, a correção de linha de base linear foi aplicada entre aproximadamente 980 e 840 cm^{-1} .

2) Composições de polímero compreendendo copolímeros de polietileno com $> 0,4\text{ wt\%}$ do comonômero polar

[00216] Para copolímeros de polietilenos com $> 0,4\text{ wt\%}$, de comonômero polar, dois tipos de grupos funcionais contendo C=C foram quantificados, cada um com uma absorção característica e cada

calibrada para um composto de modelo diferente resultando em coeficientes de extinção individuais:

vinil ($R-CH=CH_2$) via 910 cm^{-1} baseado em 1-deceno [dec-1-eno] produzindo $E = 13,13\text{ l}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{mm}^{-1}$

vinilideno ($RR'C=CH_2$) via 888 cm^{-1} baseado em 2-metil-1-hepteno [2-metihept-1-eno] produzindo $E = 18,24\text{ l}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{mm}^{-1}$

[00217] EBA:

[00218] Para sistemas de poli(etileno-co-butilacrilato) (EBA), a correção de linha de base linear foi aplicada entre aproximadamente 920 e 870 cm^{-1} .

[00219] EMA:

[00220] Para sistemas de poli(etileno-co-metilacrilato) (EBA), a correção de linha de base linear foi aplicada entre aproximadamente 930 e 870 cm^{-1} .

3) Composições de polímero compreendendo moléculas de baixo peso molecular insaturadas

[00221] Para os sistemas que contenham $C=C$ de baixo peso molecular contendo as espécies a calibração direta usando o coeficiente de extinção molar da absorção de $C=C$ em espécies de baixo peso molecular em si foi realizada.

B) Quantificação dos coeficientes de extinção molar por espectroscopia IR

[00222] O coeficiente de extinção molar foi determinado de acordo com o procedimento indicado na norma ASTM D3124-98 e ASTM D6248-98. Os espectros de infravermelho de estado-solução foram registrados utilizando um espectrômetro de FTIR (Perkin Elmer 2000) equipado com uma célula líquida de $0,1\text{ mm}$ de comprimento da trajetória com uma resolução de 4 cm^{-1} .

[00223] O coeficiente de extinção molar (E) foi determinado como $\text{l}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{mm}^{-1}$ através de:

$$E = A / (C \times L)$$

[00224] onde A é a absorvância máxima definida como altura do pico, C a concentração ($\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$) e L a espessura da célula (mm).

[00225] Pelo menos três soluções de $0,18 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ em dissulfeto de carbono (CS_2) foram usadas e o valor médio do coeficiente de extinção molar determinado. Para a,w-divinilsiloxanos o coeficiente de extinção molar foi assumido para ser comparável à de <inserir molécula pequena aqui>.

Descrição alternativa do método para a determinação da quantidade de ligações duplas na composição de polímero ou no polímero

Quantificação da quantidade de ligações duplas carbono-carbono por espectroscopia IR

[00226] A espectroscopia de infravermelho (IR) quantitativa foi utilizada para quantificar a quantidade de ligações duplas carbono-carbono ($\text{C}=\text{C}$). Especificamente, a espectroscopia FTIR de transmissão de estado sólido foi utilizada (Perkin Elmer 2000). A calibração foi obtida pela determinação prévia do coeficiente de extinção molar dos grupos funcionais $\text{C}=\text{C}$ nos compostos do modelo de baixo peso molecular representativos de estrutura conhecida.

[00227] A quantidade de um dado grupo funcional $\text{C}=\text{C}$ contendo espécies (N) foi definida como o número de ligações duplas carbono-carbono por mil átomos de carbono total ($\text{C}=\text{C}/1000\text{C}$) de acordo com:

$$N = (A \times 14) / (E \times L \times D)$$

em que A é a absorvância máxima definida como pico de altura, E o coeficiente de extinção molar do grupo em questão ($\text{l} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$), L a espessura do filme (mm) e D a densidade do material ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$).

[00228] Para sistemas contendo insaturação, três tipos de grupos funcionais contendo $\text{C}=\text{C}$ foram considerados, cada um com um modo vibracional de ligação fora do plano $\text{C}=\text{C}-\text{H}$ característico e cada

calibrado para um composto de modelo diferente resultando em coeficientes de extinção individuais:

- via vinila ($R-CH=CH_2$) em cerca de 910 cm^{-1}
baseado em 1-deceno [dec-1-eno] produzindo $E = 13,13\text{ l}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{mm}^{-1}$
- vinilideno ($RR'C=CH_2$) em cerca de 888 cm^{-1}
baseado em 2-metil-1-hepteno [2-metihept-1-eno] produzindo $E = 18,24\text{ l}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{mm}^{-1}$
- trans-vinileno ($R-CH=CH-R'$) em cerca de 965 cm^{-1}
baseado em trans-4-deceno [(E)-dec-4-eno] produzindo $E = 15,14\text{ l}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{mm}^{-1}$

[00229] O número de ondas específicas dessa absorção foi dependente da estrutura química específica das espécies. Quando o grupo não-alifático insaturado foi abordado, o coeficiente de extinção molar foi levado para ser o mesmo que o do seu grupo alifáticos não saturados relacionados, como determinado usando o análogo da molécula pequena alifática.

[00230] O coeficiente de extinção molar foi determinado de acordo com o procedimento indicado na norma ASTM D3124-98 e ASTM D6248-98. Os espectros de infravermelho de estado-solução foram registrados em solução padrão utilizando um espectrômetro de FTIR (Perkin Elmer 2000) equipado com uma célula líquida de 0,1 mm de comprimento da trajetória com uma resolução de 4 cm^{-1} . O coeficiente de extinção molar (E) foi determinado como $\text{l}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{mm}^{-1}$ através de:

$$E = A / (C \times L)$$

onde A é a absorvância máxima definida como altura do pico, C a concentração ($\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$) e L a espessura da célula (mm). Pelo menos três soluções de $0,18\text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$ em dissulfeto de carbono (CS_2) foram usadas e o valor médio do coeficiente de extinção molar determinado.

Parte experimental

Preparação de polímeros dos exemplos da presente invenção e o exemplo comparativo

[00231] Todos os polímeros eram polietilenos de baixa densidade produzidos em um reator de alta pressão. Quanto as alimentações de CTA, por exemplo, o conteúdo de PA pode ser dado como litros/hora ou kg/h e convertido para unidades usando uma densidade de PA de 0,807 kg/litro para o novo cálculo.

LDPE1:

[00232] Etileno com CTA reciclado foi comprimido em um pré-compressor de 5 fases e um hiper compressor de 2 fases com refrigeração intermédia para atingir a pressão de reação inicial de ca 2628 bar. A velocidade total do compressor foi de ca 30 toneladas/hora. Na área do compressor, aproximadamente 4,9 litros/hora de aldeído propanal (PA, número CAS: 123-38-6) foi adicionado junto com aproximadamente 81 kg propileno/hora como agentes de transferência de corrente para manter um MFR de 1,89 g/10 min. Aqui também 1,7-octadieno foi adicionado ao reator em uma quantidade de 27 kg/h. A mistura comprimida foi aquecida a 157°C em uma seção de pré-aquecimento de um reator tubular de duas zonas de alimentação dianteiro com um diâmetro interno de ca 40 mm e um comprimento total de 1200 metros. Uma mistura de iniciadores de radical peróxido disponíveis comercialmente dissolvidos em isododecano foi injetada apenas após o pré-aquecedor em uma quantidade suficiente para a reação de polimerização exotérmica para atingir de temperatura de ca 275°C após o qual foi arrefecido a aproximadamente 200°C. A subsequente temperatura da reação do segundo pico foi de 264°C. A mistura de reação foi despressurizada através de uma válvula de pontapé, resfriada e o polímero foi separado do gás não-reagido.

LDPE2:

[00233] Etileno com CTA reciclado foi comprimido em um pré-

compressor de 5 fases e um hiper compressor de 2 fases com refrigeração intermédia para atingir a pressão de reação inicial de ca 2904 bar. A velocidade total do compressor foi de ca 30 toneladas/hora. Na área compressora foram adicionados aproximadamente 105 kg de propileno/hora como agentes de transferência de corrente para manter um MFR de 1,89 g/10 min. Aqui também 1,7-octadieno foi adicionado ao reator em uma quantidade de 62 kg/h. A mistura comprimida foi aquecida a 159°C em uma seção de pré-aquecimento de um reator tubular de três zonas de alimentação dianteiro com um diâmetro interno de ca 40 mm e um comprimento total de 1200 metros. Uma mistura de iniciadores de radical peróxido disponíveis comercialmente dissolvidos em isododecano foi injetada apenas após o pré-aquecedor em uma quantidade suficiente para a reação de polimerização exotérmica para atingir de temperatura de ca 289 °C após o qual foi arrefecido a aproximadamente 210°C. As temperaturas de reação de segundo e terceiro pico subsequentes de foram de 283 °C e 262 °C, respectivamente, com um resfriamento em entre a 225°C. A mistura de reação foi despressurizada através de uma válvula de pontapé, resfriada e o polímero foi separado do gás não-reagido.

[00234] Os componentes das composições de polímero dos exemplos inventivos (Ex.INV.) 1 a 9, exemplo de referência (Ex.Ref.) 1 (não reticulado) e Ex.Ref. 2 a 9 (representa a composição de polímero da técnica anterior cruzada com uma quantidade convencional de peróxido) e as propriedades e os resultados experimentais das composições são apresentados na tabela 1. Os aditivos utilizados são comercialmente disponíveis:

[00235] Peróxido: DCP= peróxido de dicumilo ((CAS no. 80-43-3)

[00236] Enxofre antioxidante contendo enxofre antioxidantes: 4,4'-tiobis (2-tercbutil-5-metilfenol) (número CAS: 96-69-5).

[00237] Aditivo: 2,4-Difenil-4-metil-1-penteno (CAS-no. 6362-80-7).

[00238] A quantidade do DCP é dada em mmol do teor do grupo funcional -O-O- por kg da composição de polímero. As quantidades são também indicadas entre parêntesis como % em peso (wt%).

Tabela 1: As propriedades das composições dos exemplos inventivos e de referência:

Composição de polímero:	Ex.Ref.1	Ex.Ref.2	Ex.Ref. 3	Ex.Ref.4	Ex.Ref. 5	Ex.Ref. 6	Ex.Ref. 7
Poliiolefina	LDPE1	LDPE1	LDPE 1	LDPE2	LDPE1	LDPE 1	LDPE 2
DCP (wt%)	0,7	0,75	1,15	0,5	0,55	0,55	0
mmol de -O-O-/kg da composição de polímero	26	28	42	19	20	20	0
4,4'-tiobis (2-tercbutil-5-metilfenol) (antioxidante) (wt%)	0,08	0,08	0,08	0,08	0,18	0,16	0,08
mmol de -OH/kg fenólico da composição de polímero	4,5	4,5	4,5	4,5	10,1	8,9	4,5
2,4-Difenil-4-metil-1-penteno (wt%)	0,18	0,05	0,29	0,13	0,05	0,05	0
Temp de reticulação [°C]	180	180	180	180	180	180	180
Condutividade medida em amostras reticuladas a 30 kV/mm e 70°C (não desgaseificada) [fS/m]	30	26	48	24	43	36	34

Tabela 1 (continuação)

Composição de polímero:	Ex.Ref.8	Ex.Ref. 9	Ex.Ref. 10	Ex.Ref. 11	Ex.Ref. 12	Ex.INV. 1	Ex. INV. 2
Poliiolefina	LDPE1	LDPE1	LDPE1	LDPE1	LDPE1	LDPE1	LDPE1
DCP (wt%)	0	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
mmol de -O-O-/kg da composição de polímero	0	20	20	20	20	20	20
4,4'-tiobis (2-tercbutil-5-metilfenol) (antioxidante) (wt%)	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
mmol de -OH/kg fenólico da composição de polímero	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
2,4-Difenil-4-metil-1-penteno (wt%)	0	0,05	0,05	0,1	0,1	0	0
Temp de reticulação [°C]	180	180	250	180	250	180	250
Tempo de indução da oxidação, determinado segundo a norma ASTM D3895, ISO/CD 11357 e EN 728 [minutos] medido em amostras de reticulação	80	22	41	33	50	7	11
Condutividade a 30 kV/mm e 70°C (não desgaseificada) [fS/m]	30	24	41	27	45	6,5	18

Tabela 1 (continuação)

Composição de polímero:	INV. Ex. 3	INV. Ex. 4	INV. Ex. 5	INV. Ex. 6	INV. Ex. 7	INV. Ex. 8	INV. Ex. 9
Poliolefina	LDPE2	LDPE2	LDPE2	LDPE2	LDP E2	LDP E2	LDP E2
DCP (wt%)	0,3	0,5	0,7	0,9	0,3	0,5	0,7
mmol de -O-O-/kg da composição de polímero	11	19	26	33	11	19	26
4,4'-tiobis (2-tercbutil-5-metilfenol) (antioxidante) (wt%)	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
mmol de -OH/kg fenólico da composição de polímero	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
2,4-Difenil-4-metil-1-penteno (wt%)	0	0	0	0	0	0	0
Temp de reticulação [°C]	180	180	180	180	250	250	250
Tempo de indução da oxidação, determinado segundo a norma ASTM D3895, ISO/CD 11357 e EN 728 [minutos]	12	8	4	2	17	15	11
Condutividade a 30 kV/mm e 70°C (não desgaseificada) [fS/m]	5,3	8,3	8,6	11,4	7,9	14,5	19,5

Tabela 1 (continuação)

Composição de polímero:	Ex. INV. 10	Ex. INV. 11	Ex. INV. 12	Ex. INV. 13	Ex. INV. 14
Poliolefina	LDPE1	LDPE1	LDPE1	LDPE1	LDPE1
DCP (wt%)	0,5	0,7	0,9	0,5	0,7
mmol de -O-O-/kg da composição de polímero	19	26	33	19	26
4,4'-tiobis (2-tercbutil-5-metilfenol) (antioxidante) (wt%)	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
mmol de -OH/kg fenólico da composição de polímero	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
2,4-Difenil-4-metil-1-penteno (wt%)	0	0	0	0	0
Temp de reticulação [°C]	180	180	180	250	250
Tempo de indução da oxidação, determinado segundo a norma ASTM D3895, ISO/CD 11357 e EN 728 [minutos]	5	7	5	9	8
Condutividade a 30 kV/mm e 70°C (não desgaseificada) [fS/m]	6	11,1	9	15,1	22,4

Tabela 1 (continuação)

Composição de polímero:	Ex. INV. 15	Ex. REF. 13	Ex. INV. 16
Polioléfina	LDPE1	LDPE1	LDPE1
DCP (wt%)	0,6	0,5	0,5
mmol de -O-O-/kg da composição de polímero	22	19	19
4,4'-tiobis (2-tercbutil-5-metilfenol) (antioxidante) (wt%)	0,05	0,05	0,05
mmol de -OH/kg fenólico da composição de polímero	2,8	2,8	2,8
2,4-Difenil-4-metil-1-penteno (wt%)	0	0,05	0
Temp de reticulação [°C]	180	180	250
Tempo de indução da oxidação, determinado segundo a norma ASTM D3895, ISO/CD 11357 e EN 728 [minutos]	6	12	14
Condutividade a 30 kV/mm e 70°C (não desgaseificada) [fS/m]	22,8	43,3	32,5

Valores wt% fornecidos na tabela com base na quantidade total da composição de polímero.

Tabela 2: Propriedades dos componentes de poliolefina

Propriedades da resina de base	LDPE1	LDPE2
MFR 2,16kg, a 190°C [g/10min]	1,89	1,89
Densidade [kg/m ³]	923	921
Vinila [C=C/1000C]	0,54	0,82
Vinilideno [C=C/1000C]	0,16	0,2
Trans-vinileno [C=C/1000C]	0,06	0,09
Cristalinidade	48,8	43,9
Ponto de fusão, T _m	110,2	109,3

[00239] A tabela 1 mostra que a condutividade elétrica das composições de polímero reticulado inventivas (Ex.INV. 1-16) é significativamente reduzida em comparação com os exemplos de referência (Ex.Ref. 2-14).

[00240] As propriedades mecânicas expressadas como PENT para o Ex.INV. 1 e 6, tanto mais de 3340 horas, permanecem em um nível comparável aos níveis de PENT de referência 1 e 3 sendo mais de 1635 Horas e 795 horas, respectivamente.

REIVINDICAÇÕES

1. Composição de polímero compreendendo uma poliolefina, um peróxido e um antioxidante contendo enxofre fenólico, caracterizada pelo fato de que o dito peróxido está presente em uma quantidade que corresponde a X mmol -O-O-/kg da composição de polímero e o dito antioxidante contendo enxofre fenólico está presente em uma quantidade que corresponde a

Y mmol -OH /kg da composição de polímero, em que

$Y_1 \leq Y \leq Y_2$, $X \leq 35$ e

$0,9 * Y + m \leq X \leq n - k * Y$, sendo que

Y_1 é 0,50 e Y_2 é 10, e

m é 0,8, n é 70 e k é 4,7; e

em que a dita composição de polímero tem um índice de fluidez (MFR) que é 1,7, a 2,3 g/10 min (ISSO 1133), e

a dita composição de polímero compreende menos de 0,05% em peso (wt%) de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno.

2. Composição de polímero, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que

$X < 35$, Y_1 é 2,0 e Y_2 é 8,0, e

m é 3,0, n é 65 e k é 4,7.

3. Composição de polímero, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 2, caracterizada pelo fato de que Y_1 é 2 e Y_2 é 6,5.

4. Composição de polímero, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizada pelo fato de que a dita composição de polímero compreende menos de 0,03%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno.

5. Composição de polímero, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizada pelo fato de que a poliolefina é um polietileno de baixa densidade (LDPE) que é selecionado a partir de

um homopolímero LDPE opcionalmente insaturado ou um copolímero LDPE opcionalmente insaturado de etileno com um ou mais comonômero(s).

6. Composição de polímero de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizada pelo fato de que a poliolefina é um copolímero LDPE insaturado de etileno com pelo menos um comonômero poli-insaturado e opcionalmente com um ou mais outros comonômero(s), onde os comonômero(s) poli-insaturados, consistem de uma cadeia de carbono linear com pelo menos 8 átomos de carbono e pelo menos 4 carbonos entre as ligações duplas não-conjugadas, dos quais pelo menos um é terminal.

7. Composição de polímero, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizada pelo fato de que a referida composição de polímero é uma composição de polímero reticulável.

8. Composição de polímero de acordo com a reivindicação 7, caracterizada pelo fato de que foi reticulada.

9. Composição de polímero reticulada de acordo com a reivindicação 8, caracterizada pelo fato de que tem uma condutividade elétrica de 45 fS/m ou menos.

10. Composição de polímero reticulada de acordo com a reivindicação 8, caracterizada pelo fato de que tem uma condutividade elétrica de 40 fS/m ou menos.

11. Isolante do cabo de alimentação caracterizado pelo fato de que compreende uma composição de polímero como definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 6, uma composição de polímero reticulável como definida na reivindicação 7, ou uma composição em polímero reticulada como definida em qualquer uma das reivindicações 8 a 10.

12. Isolante do cabo de alimentação, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de ser um isolante do cabo de

alimentação HV DC ou EHV DC que compreende uma composição de polímero reticulável como definida na reivindicação 7, ou uma composição de polímero reticulada como definida em qualquer uma das reivindicações 8 a 10.

13. Isolante do cabo de alimentação de acordo com a reivindicação 11 ou 12, caracterizado pelo fato de que tem uma condutividade elétrica de 45 fS/m ou menos.

14. Isolante do cabo de alimentação de acordo com a reivindicação 11 ou 12, caracterizado pelo fato de que tem uma condutividade elétrica de 40 fS/m ou menos.

15. Cabo de alimentação caracterizado pelo fato de que compreende um condutor cercado por uma ou mais camadas, em que pelo menos uma das ditas camadas compreendem uma composição polimérica reticulável compreendendo uma poliolefina, peróxido e antioxidante contendo enxofre fenólico, em que o dito peróxido é presente em uma quantidade a qual corresponde a X mmol $-O-O-$ /kg da composição polimérica e o dito antioxidante contendo enxofre fenólico é presente em uma quantidade a qual corresponde a Y mmol $-OH$ /kg composição polimérica, em que

$$Y_1 \leq Y \leq Y_2, \quad X \leq 35 \quad \text{e}$$

$$0,9 * Y + m \leq X \leq n - k * Y, \text{ sendo que}$$

$$Y_1 \text{ é } 0,50 \text{ e } Y_2 \text{ é } 10, \text{ e}$$

$$m \text{ é } 0,8, n \text{ é } 70 \text{ e } k \text{ é } 4,7; \text{ e}$$

em que a dita composição de polímero tem um índice de fluidez (MFR) que é pelo menos 1,7g/10 min (ISSO 1133), e a dita composição de polímero compreende menos de 0,05% em peso de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno.

16. Cabo de alimentação de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que

$$X < 35, \quad Y_1 \text{ é } 2,0 \text{ e } Y_2 \text{ é } 8,0; \text{ e}$$

M é 3,0, n é 65 e k é 4,7.

17. Cabo de alimentação, de acordo com a reivindicação 15 ou 16, caracterizado pelo fato de que Y_1 é 2,0 e Y_2 é 6,5.

18. Cabo de alimentação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 15 a 17, caracterizado pelo fato de que a dita composição polimérica compreende menos de 0,03% em peso de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno.

19. Cabo de alimentação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 15 a 18, caracterizado pelo fato de que a poliolefina é um polietileno de baixa densidade (LDPE) que é selecionado a partir de um homopolímero de LDPE opcionalmente insaturado ou um copolímero de etileno LDPE opcionalmente insaturado com um ou mais comonômeros.

20. Cabo de alimentação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 15 a 19, caracterizado pelo fato de que a poliolefina é um copolímero de PEBD insaturado de etileno com pelo menos um comonômero poliinsaturado e opcionalmente com um ou mais outros comonômeros, em que o comonômero poliinsaturado consiste em uma cadeia de carbono linear com pelo menos 8 átomos de carbono e pelo menos 4 carbonos entre as ligações duplas não conjugadas, das quais pelo menos uma é terminal.

21. Cabo de alimentação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 15 a 20, caracterizado pelo fato de que a referida camada é uma camada de isolamento no cabo.

22. Cabo de alimentação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 15 a 21, caracterizado pelo fato de que é um cabo de energia HV DC ou EHV DC.

23. Método para reduzir, ou seja, fornecer condutividade elétrica baixa de uma composição de polímero reticulado compreendendo uma poliolefina reticulada com peróxido na presença de um antioxidante contendo enxofre , e em que a dita composição de

polímero tem um índice de fluidez (MFR) que é 1,7, a 2,3 g/10 min (ISO 1133) e na presença de menos 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno, caracterizado pelo fato de que o método inclui uma etapa de produção da poliolefina reticulada por reticulação da poliolefina com peróxido em uma quantidade que corresponde a X mmol -O-O-/kg da composição de polímero, na presença de um antioxidante contendo enxofre fenólico, em uma quantidade que corresponde a Y mmol -OH /kg da composição de polímero e a dita composição de polímero tem um índice de fluidez (MFR) de 1,7 a 2,3 g/10 min, e na presença de menos de 0,05%, em peso, de 2,4-difenil-4-metil-1-penteno, onde X e Y são como definidos em qualquer uma das reivindicações 1 a 4.