



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI0616063-8 A2**

(22) Data de Depósito: 02/08/2006
(43) Data da Publicação: 07/06/2011
(RPI 2109)



* B R P I 0 6 1 6 0 6 3 A 2 *

(51) *Int.Cl.:*
C08K 3/00 2006.01
C08L 23/04 2006.01
C08L 23/08 2006.01
F16L 9/128 2006.01
F16L 9/12 2006.01

(54) Título: **TUBO OU ARTIGO DE TUBO SUPLEMENTAR E USO DE COMPOSIÇÃO DE POLIETILENO NA PRODUÇÃO DO MESMO**

(30) Prioridade Unionista: 15/09/2005 ES 050201672

(73) Titular(es): BOREALIS TECHNOLOGY OY

(72) Inventor(es): Carl-Gustaf Ek, Mats Bäckman

(74) Procurador(es): Claudia Christina Schulz

(86) Pedido Internacional: PCT EP2006007667 de 02/08/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/031156 de 22/03/2007

(57) Resumo: TUBO OU ARTIGO DE TUBO SUPLEMENTAR E USO DE COMPOSIÇÃO DE POLIETILENO NA PRODUÇÃO DO MESMO A presente invenção se refere a um tubo ou artigo de tubo suplementar compreendendo uma composição de polietileno, que compreende: (A) uma primeira fração de homopolímero de etileno; e (E) uma segunda fração de homo- ou copolímero de etileno, em que a fração (A) tem um peso molecular médio mais baixo do que a fração (B), e a composição compreende ainda: (C) uma carga mineral inorgânica, em que a carga mineral inorgânica (C) está presente na composição em uma proporção de 1 a 70% em peso. A presente invenção se refere ainda ao uso da dita composição, na produção de um tubo ou um artigo de tubo suplementar.

TUBO OU ARTIGO DE TUBO SUPLEMENTAR E USO DE COMPOSIÇÃO DE POLIETILENO NA PRODUÇÃO DO MESMO

A presente invenção se refere a um tubo, em particular, um tubo para o transporte de fluidos pressurizados, compreendendo uma composição de polietileno incluindo uma resina de base de polietileno e uma carga mineral inorgânica. Além do mais, a presente invenção se refere ao uso da dita composição para a produção de um tubo.

As composições de polietileno são freqüentemente usadas para a produção de tubos, devido às suas propriedades físicas e químicas favoráveis, como, por exemplo, resistência mecânica, resistência a corrosão e estabilidade a longo prazo. Quando da consideração de que fluidos, tais como água da bica ou gás natural, transportados em um tubo, estão freqüentemente pressurizados e têm temperaturas variáveis, usualmente dentro de uma faixa de 0 a 50°C, é óbvio que a composição de polietileno usada para os tubos deve satisfazer os requisitos exigidos.

Em particular, é um alvo para que tubos para o transporte de fluidos pressurizados (os denominados tubos de pressão) suportem tensões de projeto (internas) cada vez mais altas, envolvendo tanto uma maior resistência a fluência quanto uma maior rigidez. Por outro lado, os tubos de pressão devem também satisfazer os requisitos exigidos

como as suas resistências às propagações lenta e rápida de fissuras, devem ter baixa fragilidade e alta resistência a impacto. No entanto, essas propriedades são contrárias entre si, de modo que é difícil proporcionar uma composição para tubos que satisfaça, simultaneamente, todas essas propriedades. Além do mais, como os tubos poliméricos são geralmente manufacturados por extrusão, ou, a um menor grau, por moldagem por injeção, a composição de polietileno também deve ter boa processabilidade. Finalmente, a composição polimérica usada para o tubo deve também apresentar boa soldabilidade, porque os sistemas de tubos são usualmente construídos por soldagem ou fusão, como um processo genérico de união entre as partes do sistema de tubos ou de união entre camadas, por exemplo, em estruturas de tubos multicamada, por exemplo, fusão de topo, eletrofusão, soldagem rotativa (soldagem por atrito) e soldagem manual ou automática com outros materiais de soldagem. Desse modo, é importante que a composição usada deva apresentar uma certa resistência a solda mínima. É conhecido que especialmente para composições poliméricas carregadas, a resistência a solda é usualmente inferior.

É conhecido que para satisfazer os requisitos contrários para um material de tubo, composições de polietileno bimodais podem ser usadas. Essas composições são descritas, por exemplo, na patente europeia EP 0 739 937 e no pedido de patente internacional WO 02/102891. As composições de polietileno bimodais descritas nesses documentos compreendem, usualmente, uma fração de

polietileno de baixo peso molecular e uma fração de alto peso molecular de um copolímero de etileno compreendendo um ou mais comonômeros de alfa-olefinas.

5 É o objeto da presente invenção proporcionar um tubo de pressão, compreendendo uma composição de polietileno apresentando a combinação descrita acima de propriedades. Em particular, é o objeto da invenção proporcionar um tubo de pressão compreendendo uma composição de polietileno com
● 10 uma maior rigidez, comparada com os materiais da técnica anterior, e, ao mesmo tempo, com suficientes resistências às propagações lenta e rápida de fissuras e resistência a impacto, de modo que os requisitos exigidos para os tubos de pressão nesses aspectos são preenchidos, e pelo menos
15 uma soldabilidade aceitável.

A presente invenção é baseada na descoberta surpreendente que os objetos mencionados acima podem ser atingidos por uma composição de polietileno, que compreende
● 20 uma resina de base de polietileno multimodal, de preferência, bimodal e uma carga inorgânica (mineral). Essa descoberta é ainda mais surpreendente, porque tem sido até agora considerado impossível que um polietileno, compreendendo uma carga (mineral), tenha resistência às
25 propagações lenta e rápida de fissuras, de modo que possa ser usado como um material de tubo de pressão.

Conseqüentemente, a presente invenção proporciona um tubo ou um artigo de tubo suplementar, compreendendo uma

composição de polietileno tendo uma resina de base que compreende:

(A) uma primeira fração de homopolímero de etileno; e

5

(B) uma segunda fração de homo- ou copolímero de etileno,

em que a fração (A) tem um peso molecular médio mais baixo do que a fração (B), e a composição compreende ainda:

10

(C) uma carga mineral inorgânica,

15

em que a carga mineral inorgânica (C) está presente na composição em uma proporção de 1 a 70% em peso.

Verificou-se que os tubos de acordo com a invenção têm uma rigidez significativamente aumentada, como mostrado pelo valor do módulo de flexão deles, enquanto que, simultaneamente, têm uma alta resistência à propagação de fissuras, no que se refere a ambas as propagações de fissuras lenta e rápida, e uma alta resistência a impacto. Além do mais, a composição usada para o tubo da invenção tem também boa processabilidade, uma fragilidade comparativamente baixa e uma boa soldabilidade.

20

25

Deve-se notar que a composição usada para os tubos da presente invenção é caracterizada não por um único dos

aspectos definidos acima, mas pela combinação deles, mas pelas suas combinações. Por essa combinação única de aspectos, é possível obter tubos de pressão de desempenho superior, particularmente, com relação à resistência mecânica requerida mínima (MRS).

10 O termo peso molecular, como aqui usado, denota o peso molecular ponderal médio M_w . Essa propriedade pode ser usada diretamente, ou a taxa de escoamento em fusão (MFR) pode ser usada como uma medida para ele.

15 O termo "resina de base" denota o conjunto de componentes poliméricos na composição de polietileno de acordo com a invenção. De preferência, a resina de base consiste das frações (A) e (B), opcionalmente compreendendo ainda uma fração de pré-polímero, em uma proporção de até 20% em peso, de preferência, até 10% em peso, particularmente, até 5% em peso da resina de base total.

20 Além da resina de base e da carga inorgânica (C), os aditivos usuais para utilização com poliolefinas, tais como pigmentos (por exemplo, negro de fumo), estabilizadores (agentes antioxidantes), antiácidos e/ou anti-UVs, agentes antiestáticos e agentes de utilização (tais como os agentes auxiliares de processamento) podem estar presentes na
25 composição de polietileno. De preferência, a proporção desses aditivos é igual ou abaixo de 10% em peso, ainda de preferência igual ou abaixo de 8% em peso, da composição total.

De preferência, a composição compreende negro de fumo, em uma proporção igual ou inferior a 8% em peso, ainda de preferência de 1 a 4% em peso da composição total.

5

Ainda de preferência, a proporção de aditivos diferentes de negro de fumo é igual ou inferior a 1% em peso, particularmente, igual ou inferior a 0,5% em peso.

10 Quando aqui o termo "tubo" é usado, é para significar que compreende tubos, bem como todas as partes suplementares para tubos, tais como encaixes, válvulas, câmaras e todas as outras partes que são comumente necessárias para um sistema de tubulação.

15

Usualmente, uma composição de polietileno compreendendo pelo menos duas frações de polietileno, que tenham sido produzidas sob diferentes condições de polimerização, resultando em diferentes pesos moleculares (ponderais médios) para as frações, é referida como "multimodal". O prefixo "multi" se refere às várias diferentes frações poliméricas das quais consiste a composição. Desse modo, por exemplo, uma composição consistindo de apenas duas frações é chamada "bimodal".

25

A forma da curva de distribuição de peso molecular, isto é, a aparência do gráfico da fração ponderal do polímero em função do seu peso molecular, desse polietileno multimodal vai apresentar dois ou mais máximos, ou pelo

menos alargada distintamente, em comparação com as curvas para as frações individuais.

Por exemplo, se um polímero for produzido em um processo multiestágio seqüencial, utilizando reatores acoplados em série e usando diferentes condições em cada reator, as frações poliméricas produzidas nos diferentes reatores vão ter cada as suas próprias distribuições de peso molecular e pesos moleculares ponderais médios. Quando a curva de distribuição de peso molecular desse polímero for registrada, as curvas individuais dessas frações ficam superpostas na curva de distribuição de peso molecular para o produto polimérico resultante total, produzindo, usualmente, uma curva com dois máximos distintos.

15

Em uma concretização preferida do tubo da invenção, a composição tem uma MFR_5 de 0,1 a 2,0 g/10 min, particularmente, de 0,2 a 1,5 g/10 min, mais particularmente, de 0,3 a 1,3 g/10 min e, especialmente, de 0,4 a 1,0 g/10 min.

20

Ainda, de preferência, a composição tem uma MFR_{21} de 2 a 50 g/10 min, particularmente, de 5 a 20 g/10 min, e, especialmente, de 6 a 20 g/10 min.

25

A razão de taxas de escoamento $FRR_{21/5}$ da composição, que é indicativa para a amplitude da distribuição de peso molecular de um polímero, é, de preferência, de 15 a 60, particularmente, de 30 a 50.

Com o tubo de acordo com a invenção, é, entre outros, especialmente, a rigidez da composição, que é aumentada significativamente, possibilitando, desse modo, a produção
5 de tubos com uma resistência mecânica mínima (MRS) necessária significativamente aumentada.

Conseqüentemente, a composição usada para o tubo de acordo com a invenção tem, de preferência, um módulo de flexão determinado de acordo com a norma ISO 178 superior a
10 1.400 MPa, particularmente, superior a 1.600 MPa, mais particularmente, superior a 1.800 MPa e, especialmente, superior a 2.000 MPa.

15 Usualmente, a composição tem um módulo de flexão igual ou inferior a 3.000 MPa.

Além do mais, o módulo de flexão da resina de base é, de preferência, igual ou superior a 1.000 MPa,
20 particularmente, igual ou superior a 1.200 MPa, mais particularmente, igual ou superior a 1.300 MPa e, especialmente, igual ou superior a 1.400 MPa.

Como mencionado, o tubo da invenção tem uma
25 resistência à propagação de fissuras, que é comparável ou mesmo melhor àquela de um tubo sem uma carga mineral inorgânica.

Desse modo, a composição usada para o tubo tem uma temperatura crítica, T_c , no teste EN 13477, para determinação da propagação rápida de fissuras igual ou inferior a -1°C , de preferência, igual ou inferior a -3°C , particularmente, igual ou inferior a -5°C , mais particularmente, igual ou inferior a -7°C e, especialmente, igual ou inferior a -10°C .

Além do mais, a composição tem, de preferência, uma resistência à propagação lenta de fissuras de pelo menos 50 h, uma tensão circunferente de 4,6 MPa e uma pressão interna de 9,6 bar a 80°C , medida de acordo com o teste EN 13479, particularmente, de 165 h, ainda mais particularmente, de pelo menos 500 h, e, especialmente, pelo menos 1.000 h.

Prefere-se que um tubo, produzido da composição de acordo com a invenção, tem um tempo para falha na Carga de Tensão Constante (CTL) de pelo menos 25 h, particularmente, pelo menos 30 h e, especialmente, pelo menos 35 h.

Além do mais, prefere-se que a composição tenha pelo menos apenas um tempo ligeiramente reduzido para falha no teste CTL de no máximo 5 h, menos do que o da matriz polimérica básica, isto é, a matriz sem a carga inorgânica (C), tem, particularmente, pelo menos o mesmo ou um tempo melhor para falha no teste CTL do que a matriz polimérica básica, isto é, a matriz sem a carga inorgânica (C).

Ainda mais, a resistência a impacto dos tubos da invenção é aperfeiçoada ou pelo menos não afetada negativamente pela incorporação da carga inorgânica.

5 A composição tem, desse modo, de preferência, uma Resistência a Impacto de Charpy a 23°C superior a 20 kJ/m², particularmente, superior a 40 kJ/m². Usualmente, a Resistência a Impacto de Charpy a 23°C é igual ou abaixo de 100 kJ/m².

10

Além do mais, a composição tem, de preferência, uma Resistência a Impacto de Charpy a 0°C superior a 10 kJ/m², particularmente, 25 kJ/m². Usualmente, a Resistência a Impacto de Charpy a 0°C é igual ou inferior a 80 kJ/m².

15

Ainda mais, a composição tem uma resistência a fluência, medida de acordo com a norma EN ISO 9967 como a razão de fluência E(1 hora) / E(2 anos), igual ou inferior a 4,5, particularmente, igual ou inferior a 4,0, mais particularmente, igual ou inferior a 3,7, e, especialmente, igual ou inferior a 3,5.

20

A composição tem, de preferência, uma resistência a fluência, medida como um módulo de curto prazo, e uma razão de fluência, medida de acordo com a norma DIN-Certco ZP 25 14.3.1 (antes DIN 54852-Z4), igual ou inferior a 4,5, particularmente, igual ou inferior a 4,0, mais particularmente, igual ou inferior a 3,7, e, especialmente, igual ou inferior a 3,5. A razão de fluência de curto prazo

é aqui definida como o módulo de fluência após 1 min dividido pelo módulo de fluência após 200 h.

Além do mais, a composição tem, de preferência, um
5 módulo de fluência após 200 h igual ou superior a 450 MPa,
particularmente, igual ou superior a 500 MPa, mais
particularmente, igual ou superior a 600 MPa, ainda mais
particularmente, igual ou superior a 700 MPa, ou,
especialmente, igual ou superior a 800 MPa.

10

A soldabilidade da composição, medida como a razão da
resistência a solda de uma parte soldada, com relação
àquela de um material integral, é, de preferência, superior
a 0,5, particularmente, superior a 0,7, mais
15 particularmente, superior a 0,8, ainda mais
particularmente, superior a 0,9, e, especialmente, superior
a 0,95.

20

A soldabilidade da composição também pode ser medida
como a razão na ruptura da parte soldada, com relação
àquela do material integral. Essa razão é, de preferência,
superior a 0,2, particularmente, é superior a 0,3, mais
particularmente, é superior a 0,5, ainda mais
particularmente, é superior a 0,7, especialmente, é
25 superior a 0,8, e mais especialmente, é superior a 0,9.

Na composição usada para o tubo de acordo com a
invenção, de preferência, carga mineral inorgânica (C) está
presente em uma proporção de pelo menos 5% em peso,

particularmente, pelo menos 8% em peso, mais particularmente, pelo menos 10% em peso, e, especialmente, pelo menos 12% em peso.

5 Além do mais, na composição, a carga mineral inorgânica (C) está presente em uma proporção de no máximo 60% em peso, particularmente, de no máximo 50% em peso. Em particular, no que diz respeito à resistência a solda, prefere-se que a carga mineral inorgânica (C) esteja
10 presente em uma proporção de no máximo 45% em peso, particularmente, de no máximo 30% em peso, mais particularmente, no máximo 25% em peso.

A carga (C) da composição pode compreender todos os
15 materiais de carga mineral inorgânica, como os conhecidos na técnica. A carga (C) pode também compreender uma mistura de quaisquer desses materiais de carga. Os exemplos para esses materiais de carga são os óxidos, hidróxidos e carbonatos de alumínio, magnésio, cálcio e/ou bário.

20 De preferência, a carga (C) compreende um composto inorgânico de um metal dos grupos 1 a 13, particularmente, grupos 1 a 3, mais particularmente, grupos 1 e 2, e, especialmente, grupo 2 da Tabela Periódica dos Elementos.

25

A numeração dos grupos químicos, como aqui usado, está de acordo com o sistema IUPAC, no qual os grupos do sistema periódico dos elementos são numerados de 1 a 18.

De preferência, a carga mineral inorgânica (C) compreende um composto selecionado de carbonatos, óxidos e sulfatos. Os exemplos preferidos desses compostos são carbonato de cálcio, talco, óxido de magnésio, huntita
5 $Mg_3Ca(CO_3)_4$, silicato de magnésio hidratado e caulim ("argila da China"), com os exemplos particularmente preferidos sendo carbonato de cálcio, óxido de magnésio, silicato de magnésio hidratado e caulim ("argila da China").

10

De preferência, a carga (C) compreende 50% em peso ou mais de carbonato de cálcio e, particularmente, é constituída substancialmente completamente de carbonato de cálcio.

15

Mais particularmente, a carga mineral inorgânica tem um tamanho de partícula ponderal médio igual ou inferior a 25 microns, especialmente, igual ou inferior a 15 microns.

20

De preferência, apenas 2% em peso da carga têm um tamanho de partícula igual ou superior a 30 microns, particularmente, igual ou superior a 25 microns.

25

A pureza da carga é, de preferência, igual ou superior a 94%, particularmente, é igual ou superior a 95%, e, especialmente, igual ou superior a 97%.

Em uma concretização preferida, na qual $CaCO_3$ é usado como carga, de preferência, as partículas têm um tamanho de

partícula ponderal médio igual ou abaixo de 6 microns, particularmente, igual ou inferior a 4 microns.

Na dita concretização, de preferência, apenas 2% em peso têm um tamanho de partícula igual ou superior a 8 microns, particularmente, igual ou superior a 7 microns.

A carga mineral inorgânica pode compreender uma carga, que tenha sido tratada superficialmente com um organossilano, um polímero, um ácido carboxílico ou sal, etc., para auxiliar no processamento e proporcionar melhor dispersão da carga no polímero orgânico. Esses revestimentos não constituem mais de 3% em peso da carga.

De preferência, as composições de acordo com a presente invenção contêm menos de 3% em peso de sal organometálico ou revestimentos poliméricos.

O índice de afinamento por cisalhamento (SHI) é a razão da viscosidade da composição de polietileno a diferentes tensões de cisalhamento. Na presente invenção, as tensões de cisalhamento a 2,7 kPa e 210 kPa são usadas para cálculo do $SHI_{(2,7/210)}$, que pode servir como uma medida da amplitude da distribuição de peso molecular.

25

De preferência, a composição tem um índice de afinamento por cisalhamento $SHI_{(2,7/210)}$ igual ou superior a 20, particularmente, igual ou superior a 30.

Além do mais, o $SHI_{(2,7/210)}$ da composição é igual ou inferior a 150, particularmente, é igual ou inferior a 120, mais particularmente, é igual ou inferior a 100, e, especialmente, é igual ou inferior a 70.

5

De preferência, a resina de base tem uma densidade igual ou superior a 915 kg/m^3 , particularmente, igual ou superior a 920 kg/m^3 , mais particularmente, igual ou superior a 930 kg/m^3 , ainda mais particularmente, igual ou superior a 940 kg/m^3 , e, especialmente, igual ou superior a 950 kg/m^3 .

Prefere-se ainda que a resina de base tenha uma densidade igual ou inferior a 965 kg/m^3 , particularmente, igual ou inferior a 960 kg/m^3 , e, especialmente, igual ou inferior a 950 kg/m^3 .

A composição inclui, de preferência, um copolímero de etileno e um ou mais comonômeros de alfa-olefinas, de preferência, de um ou mais comonômeros de alfa-olefinas de 4 a 10 átomos de carbono.

De preferência, o comonômero é selecionado do grupo de 1-buteno, 1-hexeno, 4-metil-1-penteno, 1-octeno e 1-deceno. Particularmente, o comonômero é 1-buteno e/ou 1-hexeno.

Além do mais, prefere-se que a proporção total de comonômero na resina de base seja inferior a 2,0 mol por cento, particularmente, inferior a 1 mol por cento, mais

particularmente, inferior a 0,7 mol por cento, ainda mais particularmente, inferior a 0,4 mol por cento, especialmente, inferior a 0,3 mol por cento, e, mais especialmente, inferior a 0,2 mol por cento.

5

A fração (A) da composição de polietileno tem, de preferência, uma densidade igual ou superior a 950 kg/m^3 , particularmente, igual ou superior a 960 kg/m^3 , e, especialmente, igual ou superior a 968 kg/m^3 . Usualmente, a densidade da fração (A) é igual ou inferior de 980 kg/m^3 .

15

De preferência, a fração (A) tem uma MFR_2 de 20 a 2.000 g/10 min, particularmente, de 50 a 1.500 g/10 min, e, especialmente, de 100 a 1.200 g/10 min.

Além do mais, de preferência, a fração (B) é um copolímero de etileno, compreendendo, de preferência, um ou mais dos tipos de comonômeros mencionados acima.

20

A fração (B) da composição compreende, de preferência, pelo menos 0,35 mol por cento, particularmente, pelo menos 0,55 mol por cento, e, especialmente, pelo menos 0,75 mol por cento de um ou mais dos tipos mencionados acima de comonômeros.

25

A fração (B) da composição de polietileno tem, de preferência, uma densidade igual ou superior a 922 kg/m^3 , particularmente, igual ou superior a 924 kg/m^3 , e, especialmente, igual ou superior a 927 kg/m^3 .

Além do mais, a fração (B) tem uma densidade igual ou inferior a 940 kg/m^3 .

5 Na composição usada para o tubo de acordo com a invenção, de preferência, a razão ponderal das frações (A):(B) na resina de base é de 60:40 a 40:60, particularmente, é de 58:42 a 42:58, e, especialmente, de 56:44 a 44:56.

10

Na composição de polietileno, a razão de MFR_2 da fração (A) para MFR_5 da resina de base é, de preferência, igual ou superior a 10, particularmente, igual ou superior a 50, e, especialmente, é de 100 a 10.000.

15

De preferência, a resina de base consiste das frações (A) e (B).

20

Um tubo de pressão produzido da composição polimérica tem, de preferência, uma tensão de projeto nominal de pelo menos MRS 6,3, e, particularmente, MRS 8,0, mais particularmente, MRS 10,0, ainda mais particularmente, MRS 11,2, especialmente, MRS 12,5, e, mais especialmente, MRS 14,0.

25

Quando os aspectos inclusos das frações (A) e/ou (B) da composição da presente invenção são apresentados, esses valores são geralmente válidos para os casos nos quais podem ser diretamente medidos na respectiva fração, por

exemplo, quando a fração é produzida separadamente ou produzida no primeiro estágio de um processo multiestágio.

No entanto, a resina de base pode ser também e preferivelmente produzida em um processo multiestágio, no qual, por exemplo, as frações (A) e (B) são produzidas nos estágios subseqüentes. Nesse caso, as propriedades das frações produzidas nas segunda e terceira etapas (ou outras etapas) do processo multiestágio podem ser inferidas dos polímeros, que são produzidos separadamente em um único estágio por aplicação de condições de polimerização idênticas (por exemplo, temperatura, pressões parciais dos reagentes / diluentes, meio de suspensão, tempo de reação idênticos) com relação ao estágio do processo multiestágio no qual a fração é produzida, e por uso de um catalisador no qual nenhum polímero produzido previamente está presente. Alternativamente, as propriedades das frações produzidas em um estágio superior do processo multiestágio podem ser também calculadas, por exemplo, de acordo com B. Hagström, "Conference on Polymer Processing (The Polymer Processing Society)", resumos estendidos e programa final, Gothenburg, 19 a 21 de agosto de 1997, 4:13.

Desse modo, embora não diretamente mensurável nos produtos do processo multiestágio, as propriedades das frações produzidas nos estágios superiores desse processo multiestágio podem ser determinadas por aplicação de qualquer um ou ambos dos processos mencionados acima. Uma

pessoa versada na técnica vai ser capaz de selecionar o processo adequado.

5 A composição de polietileno de acordo com a invenção é, de preferência, produzida de modo que pelo menos uma das frações (A) e (B), de preferência, (B), é produzida em uma reação em fase gasosa.

10 Ainda de preferência, uma das frações (A) e (B) da composição de polietileno, particularmente, a fração (A), é produzida em uma reação em lama, de preferência, em um reator em circuito fechado, e uma das frações (A) e (B), particularmente, a fração (B), é produzida em uma reação em fase gasosa.

15

20 Além disso, a resina de base de polietileno é uma mistura "in situ". Essas misturas são preferivelmente produzidas em um processo multiestágio. No entanto, uma mistura "in situ" também pode ser produzida em um estágio de reação, por uso de dois ou mais tipos diferentes de catalisador.

25 Um processo multiestágio é definido como sendo um processo de polimerização, no qual um polímero compreendendo duas ou mais frações é produzido por produção de cada ou de pelo menos duas frações poliméricas, em um estágio de reação separado, usualmente com diferentes condições reacionais, na presença do produto de reação do

estágio prévio, que compreende um catalisador de polimerização.

Conseqüentemente, prefere-se que as frações (A) e (B) da composição de polietileno sejam produzidas em diferentes estágios de um processo multiestágio.

De preferência, o processo multiestágio compreende pelo menos um estágio em fase gasosa, no qual, de preferência, a fração (B) é produzida.

Ainda preferivelmente, a fração (B) é produzida em um estágio subsequente na presença da fração (A), que tinha sido produzida em um estágio prévio.

15

É conhecido de antemão como produzir polímeros de olefinas multimodais, em particular bimodais, tal como polietileno multimodal, em um processo multiestágio compreendendo dois ou mais reatores ligados em série. Como caso ilustrativo dessa técnica anterior, pode-se mencionar a patente européia EP 517 868, que é aqui incorporada por meio de referência na sua totalidade, incluindo todas as suas concretizações preferidas, como descritas nela, como um processo multiestágio preferido para a produção da composição de polietileno de acordo com a invenção.

25

De preferência, os estágios de polimerização principais do processo multiestágio são como descritos na patente européia EP 517 868, isto é, a produção das frações

(A) e (B) é conduzida como uma combinação de polimerização em lama para a fração (A) / polimerização em fase gasosa para a fração (B). A polimerização em lama é conduzida preferivelmente em um denominado reator em circuito
5 fechado. Ainda preferivelmente, o estágio de polimerização em lama precede o estágio em fase gasosa. A ordem dos estágios pode ser, no entanto, também revertida.

Opcional e vantajosamente, os estágios de
10 polimerização principais podem ser precedidos por uma pré-polimerização, em cujo caso até 20% em peso, de preferência, 1 a 10% em peso, particularmente, 1 a 5% em peso, da resina de base total são produzidos. O pré-polímero é preferivelmente um homopolímero de etileno
15 (HDPE). Na pré-polimerização, preferivelmente todo o catalisador é carregado em um reator em circuito fechado, e a pré-polimerização é conduzida como uma polimerização em lama. Essa pré-polimerização leva a partículas menos finas sendo produzidas nos reatores seguintes e a um produto mais
20 homogêneo sendo obtido ao final.

Os catalisadores de polimerização incluem catalisadores de coordenação de um metal de transição, tais como Ziegler-Natta (ZN), metallocenos, não metallocenos,
25 catalisadores de Cr, etc. O catalisador pode ser suportado, por exemplo, com suportes convencionais, incluindo sílica, suportes contendo Al e suportes de base de dicloreto de magnésio. De preferência, o catalisador é um catalisador ZN.

O produto final resultante consiste de uma mistura íntima dos polímeros dos dois reatores, as diferentes curvas de distribuição de peso molecular desses polímeros formando conjuntamente uma curva de distribuição de peso molecular tendo um máximo amplo ou dois máximos, isto é, o produto final é uma mistura polimérica bimodal.

Prefere-se que a resina de base multimodal da composição de polietileno, de acordo com a invenção, é uma mistura de polietileno bimodal consistindo das frações (A) e (B), opcionalmente compreendendo ainda uma pequena fração de pré-polimerização na proporção descrita acima. Prefere-se também que essa mistura polimérica bimodal tenha sido produzida por polimerização, como descrito acima sob diferentes condições de polimerização, em dois ou mais reatores de polimerização ligados em série. Devido à flexibilidade com relação às condições reacionais assim obtidas, prefere-se especialmente que a polimerização seja conduzida em uma combinação de reator em circuito fechado / reator em fase gasosa.

De preferência, as condições de polimerização no processo em dois estágios preferido são selecionadas de modo que o polímero de peso molecular comparativamente baixo, não tendo qualquer teor de comonômero, seja produzido em um estágio, de preferência, o primeiro estágio, devido a um alto teor de agente de transferência de cadeia (hidrogênio gasoso), enquanto que o polímero de

alto peso molecular tendo um teor de comonômero é produzido em outro estágio, de preferência, o segundo estágio. A ordem desses estágios pode ser, no entanto, revertida.

5 Na concretização preferida da polimerização em um reator em circuito fechado, seguido por um reator em fase gasosa, a temperatura de polimerização no reator em circuito fechado é, de preferência, 85 a 115°C, é, particularmente, 90 a 105°C, e, é, especialmente, 92 a 100°C, e a temperatura no reator em fase gasosa é, de preferência, 70 a 105°C, particularmente, é 75 a 100°C, e, especialmente, é 82 a 97°C.

15 Um agente de transferência de cadeia, de preferência, hidrogênio, é adicionado quando necessário aos reatores, e, de preferência, 200 a 800 mols de H₂/kmols de etileno são adicionados ao reator, quando a fração LMW é produzida nesse reator, e 0 a 50 mols de H₂/kmols de etileno são adicionados ao reator em fase gasosa, quando esse reator 20 está produzindo a fração HMW.

A composição, de preferência, se produzida em um processo compreendendo uma etapa de mistura, em que a composição da resina de base, isto é, a mistura, que é 25 tipicamente obtida como um pó de resina de base do reator, é extrudada em uma extrusora e depois pelletizada em pelotas poliméricas de uma maneira conhecida na técnica.

De preferência, nessa etapa de extrusão a carga e, opcionalmente, outros aditivos ou outros componentes poliméricos podem ser adicionados à composição na proporção descrita acima.

5

A extrusora pode ser, por exemplo, qualquer unidade de mistura ou extrusão convencionalmente usada, de preferência, é uma extrusora de rosca dupla co-rotativa ou contra-rotativa, ou um misturador interno, tal como um misturador tipo Banbury ou uma outra extrusora de rosca única, tal como uma co-amassadeira Buss, ou uma extrusora de rosca única convencional. Os misturadores estáticos, tais como Kenics, Koch, etc., também podem ser usados além das unidades de mistura ou de extrusão mencionados, para aperfeiçoar a distribuição da carga na matriz polimérica.

Ainda mais, a presente invenção se refere ao uso de uma composição de polietileno, como descrita acima, para a produção de um tubo.

20

A Figura 1 mostra a amostra e o entalhe a ser aplicado na amostra para o teste CTL.

EXEMPLOS

25

1. Definições e métodos de medida

a) Densidade

A densidade é medida de acordo com as normas ISO 1183/ISO 1872-2B.

5 b) Taxa de Escoamento em Fusão / Razão de Taxas de Escoamento

10 A taxa de escoamento em fusão (MFR) é determinada de acordo com a norma ISO 1133 e é indicada em g/10 min. A MFR é uma indicação da fluidez e, por conseguinte, da processabilidade do polímero. Quanto mais alta a taxa de escoamento em fusão, mais baixa a viscosidade do polímero. A MFR é determinada a 190°C e pode ser determinada a diferentes cargas, tal como 2,16 kg (MFR₂), 5 kg (MFR₅) ou 21,6 kg (MFR₂₁).

15

A quantidade FRR (razão de taxas de escoamento) é uma indicação da distribuição de peso molecular e denota a razão de taxas de escoamento a diferentes cargas. Desse modo, FRR_{21/5} denota o valor de MFR₂₁/MFR₅.

20

c) Parâmetros reológicos

25 Os parâmetros reológicos, tais como o Índice de Afinamento por Cisalhamento, SHI, e a viscosidade são determinados por uso de um reômetro, de preferência, um reômetro Anton Paar Physica MCR 300. As condições de definição e medida são descritas em detalhes na página 8, linha 29 à página 11, linha 25 do pedido de patente internacional WO 00/22040.

d) Propagação rápida de fissuras

A resistência à propagação rápida de fissuras (RCP) de um tubo é determinada de acordo com um método chamado o teste S4 (Estado Constante em Pequena Escala), que foi desenvolvido no Imperial College, Londres, e que é descrito na norma ISO 13477:1997 (E).

10 De acordo com o teste RCP-S4, um tubo é testado, que tem um comprimento axial não abaixo de 7 diâmetros do tubo. O diâmetro externo do tubo é cerca de 110 mm ou maior e a sua espessura de parede em torno de 10 mm ou maior. Quando da determinação das propriedades RCP de um tubo, em
15 conjunto com a presente invenção, o diâmetro externo e a espessura do tubo foram selecionados para serem 110 mm e 10 mm, respectivamente. Ainda que a parte externa do tubo esteja à pressão ambiente (pressão atmosférica), o tubo é pressurizado internamente, e a pressão interna no tubo é
20 mantida constante a uma pressão positiva de 0,5 MPa. O tubo e o equipamento circundante a ele são mantidos a uma temperatura predeterminada constante. Vários discos foram montados em um eixo dentro do tubo, para impedir descompressão durante os testes. Um projétil de lâmina é
25 disparado, com formas bem definidas, na direção do tubo próxima a uma das suas extremidades na denominada zona de iniciação, para iniciar uma fissura axial de rápida propagação. A zona de iniciação é dotada com um reforço para evitar a deformação desnecessária do tubo. O

equipamento de teste é ajustado de tal maneira que a iniciação da fissura ocorre no material envolvido, e vários testes são feitos a temperaturas variáveis. O comprimento axial da fissura na zona de medida, tendo um comprimento total de 4,5 diâmetros, é medido para cada teste e é representado graficamente contra a temperatura do teste ajustada. Se o comprimento da fissura exceder 4 diâmetros, a fissura é determinada como propagada. Se o tubo passa no teste a uma dada temperatura, a temperatura é baixada sucessivamente até que uma temperatura seja atingida, na qual o tubo não mais passa no teste, mas a propagação da fissura excede 4 vezes o diâmetro do tubo. A temperatura crítica (T_{crit}), isto é, a temperatura de transição de fragilização dúctil, medida de acordo com a norma ISO 13477:1997 (E), é a temperatura mais baixa na qual o tubo passa no teste. Quanto mais baixa a temperatura crítica melhor, uma vez que resulta em uma extensão da aplicabilidade do tubo.

20 e) Tensão de projeto

A tensão de projeto nominal é a tensão circunferencial para a qual um tubo é projetado para suportar por 50 anos sem falha, e é determinada para diferentes temperaturas em termos da Resistência Mecânica Requerida Mínima (MRS), de acordo com a norma ISO/TR 9080. Desse modo, MRS 6,3 significa que o tubo é um tubo suportando uma tensão circunferente manométrica de 6,3 MPa por 50 anos a 20°C,

MRS 8,0 significa que o tubo suporta uma tensão circunferente manométrica de 8 MPa por 50 anos a 20°C, etc.

f) Resistência a impacto Charpy

5

A resistência a impacto Charpy foi determinada de acordo com a norma ISO 179/1eA em amostras entalhadas em V a 23°C (resistência a impacto Charpy a 23°C) e 0°C (resistência a impacto Charpy a 0°C).

10

g) Carga de Tensão Constante (CTL)

O teste CTL foi feito com referência à norma ISO 6252 - 1992(E), com o entalhe de acordo com a norma ASTM 1473, como descrito a seguir.

15

O teste CTL é um teste para o crescimento lento de fissuras acelerado, no qual a aceleração é mantida pela temperatura elevada de 60°C. O teste é conduzido em uma solução superficialmente ativa, e a incorporação de um entalhe tanto acelera o tempo para falha quanto garante uma tensão simples nas amostras.

20

A tensão nas amostras foi de 5,0 MPa (tensão efetiva na região enranhurada). O tensoativo usado no teste foi IGEPAL CO-730, a uma temperatura de 60°C.

25

As amostras foram preparadas por compressão de uma placa com um comprimento total de 125 a 130 mm e uma

largura nas suas extremidades de $21 \pm 0,5$ mm. A placa é depois aparada nas dimensões corretas em um acessório fixo em dois dos lados com uma distância central de ambos os retentores de 90 mm e um diâmetro de furo de 10 mm. A parte
5 central da placa tinha um comprimento paralelo de $30 \pm 0,5$ mm, uma largura de $9 \pm 0,5$ mm e uma espessura de $6 \pm 0,5$ mm.

Um entalhe frontal de uma profundidade de 2,5 mm é
10 depois cortado na amostra com uma lâmina existente em uma máquina de entalhamento (PENN-NOTCHER, Norman Brown Engineering), a velocidade de entalhamento sendo de 0,2 mm/min. Nas duas partes laterais remanescentes, ranhuras laterais de 0,8 mm são cortadas, que devem ser coplanares
15 com o entalhe. Após feitura dos entalhes, a amostra é condicionada a $23 \pm 1^\circ\text{C}$ e a uma umidade relativa de 50% por pelo menos 48 h. As amostras são depois montadas em uma câmara de teste, na qual a solução ativa (solução aquosa a 10% de IGEPAL CO-730, substância química: éter
20 nonilfenílico de polietilenoglicol) é mantida. As amostras são carregadas com um peso morto e no momento da ruptura um sincronizador automático é desligado.

A amostra e o entalhe a ser aplicado nela são
25 apresentados na Figura 1, em que:

A: comprimento total de 125 a 130 mm

B: largura nas extremidades de $21 \pm 0,5$ mm

C: distância central entre os retentores de 90 mm

D: comprimento paralelo de $30 \pm 0,5$ mm

E: largura da parte paralela estreita de $9 \pm 0,5$ mm

F: diâmetro do furo de 10 mm

G: entalhe principal de $2,5 \pm 0,02$ mm

5 H: ranhuras laterais de 0,8 mm

I: espessura da placa de $6 \pm 0,2$

i) Resistência a solda

10 A resistência a solda foi medida de acordo com a norma DVS 2203, Teil 4 (teste de tensão) e é apresentada como a razão da resistência mecânica do material soldado no material não soldado.

15 Como outra medida das propriedades e da qualidade da solda, a deformação na ruptura durante a medida de acordo com a norma DVS 2203, Teil 4 (teste de tensão), apresentada como uma razão da deformação na ruptura do material soldado naquele não soldado.

20

j) Resistência a fluência

A razão de fluência de curto prazo foi medida em um modo de encurvamento de quatro pontos, de acordo com a
25 norma DIN-Certco ZP 14.3.1 (antes DIN 54852-Z4) a 1 min e 200 h. A razão de fluência de longo prazo (corpos de prova de tubos) foi determinada de acordo com a norma ISO 9967.

k) Módulo de flexão

O módulo de flexão foi determinado de acordo com a norma ISO 178.

5 2. Produção de composições e tubos poliméricos

Uma resina de base foi produzida em uma reação multiestágio, compreendendo um primeiro estágio de (pré)-polimerização em lama em um reator em circuito fechado de 10 50 dm³, seguido por transferência da lama a um reator em circuito fechado de 500 dm³, no qual a polimerização foi continuada em lama, para produzir o componente de baixo peso molecular, e uma segunda polimerização em um reator em fase gasosa, na presença do produto do segundo reator em 15 circuito fechado, para produzir o comonômero contendo o componente de alto peso molecular. Como comonômero, hexeno-1 foi usado.

Como um catalisador, o catalisador suportado, como o 20 usado nos exemplos da patente europeia EP 1 137 707, foi utilizado.

As condições de polimerização aplicadas estão listadas na Tabela 1.

Tabela 1:

	Resina de base
Pré-polimerização, T/°C	70
Pré-polimerização, alimentação de H ₂	4,6
Pré-polimerização, razão de alimentação C ₄ /C ₂	0
Circuito fechado, T/°C	95
Circuito fechado, pressão/bar	60
Circuito fechado, conc. C ₂	6,4
Circuito fechado, H ₂ /C ₂	605
MFR ₂ /g/10 min	1.000
Densidade no circuito fechado	homopolímero
GPR T/°C	85
GPR, conc. C ₂	9
H ₂ /C ₂	28
C ₆ /C ₂	17
Divisão	2/44/54
Densidade	954,2 kg/m ³
Comonômero	0,72 % em peso

Uma composição foi misturada / homogeneizada em fusão em uma co-amassadeira Buss 100 MDK/E-11L/D. O polímero e os aditivos (pelotas e/ou pó) foram alimentados na entrada do primeiro misturador da co-amassadeira Buss, que é uma extrusora de rosca única com uma extrusora de rosca única de descarga a jusante, com uma unidade de pelletização cortando pelotas no estágio em fusão e resfriada por água. As temperaturas do misturador foram ajustadas a 200 -

240°C, da primeira entrada para a saída, a temperatura da rosca a 210°C e da extrusora de descarga em torno de 230°C. As rpm (rotações por minuto) da rosca do misturador foram de 170 a 190 e a produtividade de 100 a 150 kg/h. A carga, como especificado acima, foi alimentada no polímero em fusão na segunda entrada do misturador a jusante.

A composição 1 foi produzida por mistura da resina de base com 40% em peso de CaCO_3 . As propriedades da composição 1, comparadas com aquelas da resina de base, são apresentadas na Tabela 2.

O CaCO_3 usado tinha um tamanho de partícula ponderal médio de 1,5 micron, e apenas 2% em peso tinham um tamanho de partícula igual ou acima de 8 microns, e uma pureza de 98,5% de CaCO_3 .

Os tubos foram produzidos por alimentação da composição / resina de base, em forma de pelotas, em uma extrusora de tubos Cincinnati convencional, para extrusão com uma velocidade de linha em torno de 1 m/min em tubos de diâmetros de 110 mm, com uma espessura de parede de 4 mm.

As extrusoras para a produção de tubos podem ser extrusoras de tubos usuais, tais como as extrusoras de rosca única com uma razão L/D (comprimento/diâmetro) de 20 ou 40, ou extrusoras de rosca dupla ou cascatas de extrusoras de homogeneização (rosca única ou rosca dupla). Opcionalmente, uma bomba de banho líquido e/ou um

misturador estático podem ser usados adicionalmente, entre a extrusora e a cabeça de matriz anular. As matrizes de formas anulares com diâmetros variando de aproximadamente 16 a 2.000 mm e ainda maiores são possíveis.

5

Após deixar a matriz anular, o tubo é retirado por um mandril de calibração, usualmente acompanhado por resfriamento do tubo por resfriamento com ar e/ou resfriamento com água, opcionalmente também com resfriamento interno com água.

10

Na produção de tubos multicamada, as extrusoras convencionais são adequadas. Por exemplo, as camadas de poliolefina podem ser manufaturadas com extrusoras de rosca dupla com uma razão L/D de 20 a 40, ou extrusoras de rosca dupla ou outros tipos de extrusoras adequadas para extrusão multicamada, como descrito, por exemplo, na patente U.S. 5.387.386 e FI 83 184. Opcionalmente, uma bomba de banho líquido e/ou um misturador estático podem ser usados adicionalmente entre a extrusora e a cabeça de matriz anular. As matrizes de formas anulares com diâmetros variando de aproximadamente 20 a 2.000 mm e ainda maiores são possíveis. As temperaturas da matriz vantajosas, para descarga do banho líquido, são de 180 a 240°C, de preferência, 200 a 240°C. Após deixar a matriz de forma anular, os tubos multicamada de poliolefina são retirados por uma manga de calibração e resfriados.

15

20

25

O tubo multicamada pode ser também manufaturado em processos de enrolamento por extrusão, em diâmetros de até 3 a 4 metros ou ainda maiores.

- 5 Os tubos podem ser também processados em dispositivos de corrugação, em combinação ou próximos da etapa de calibração, por exemplo, para manufatura de tubos multicamada de projeto de parede dupla / tripla corrugado, com ou sem seções vazadas ou tubos multicamada com projeto
- 10 nervurado.

A homogeneização do banho líquido e a produção de tubos também podem ser feitas em uma etapa, sem uma etapa intermediária de solidificação e pelotização, por exemplo,

15 uma extrusora de rosca dupla combinada para ambas a mistura e a manufatura de tubos.

Tabela 2:

		Composição 1	Resina de base (comparativa)
eta (2,7 kPa)	Pas	490	199
SHI (2,7/210)		44,3	41,5
eta (747 kPa)	Pas	869	567
eta (368 kPa)	Pas	1.060	592
FRR _{21/5}		40,51	35,9
MFR ₅	g/ 10 min	0,23	0,24
MFR ₂₁	g/ 10 min	9,42	8,48

CTL (tempo para falha)	h	53	52
Módulo de flexão	MPa	2.166	1.402
Resistência a impacto Charpy (23°C)	kJ/m ²	53,9	17,8
Resistência a impacto Charpy (0°C)	kJ/m ²	32,8	14,2
Módulo de fluência			
após 1 min	MPa	2.918	1.567
após 24 h	MPa	1.326	612
após 200 h	MPa	907	433
Razão de fluência		3,48	3,55
Razão de fluência de curto prazo		3,22	3,61

REIVINDICAÇÕES

1. Tubo ou artigo de tubo suplementar, caracterizado pelo fato de que compreende uma composição de polietileno, que
5 compreende uma resina de base, que compreende:

(A) uma primeira fração de homopolímero de etileno; e

(B) uma segunda fração de homo- ou copolímero de
10 etileno,

em que a fração (A) tem um peso molecular médio mais baixo do que a fração (B), e a composição compreende ainda:

15

(C) uma carga mineral inorgânica,

em que a carga mineral inorgânica (C) está presente na composição em uma proporção de 1 a 70% em peso.

20

2. Tubo ou artigo de tubo suplementar de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a composição tem uma MFR₅ de 0,1 a 2,0 g/10 min.

25 3. Tubo ou artigo de tubo suplementar de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a composição tem um módulo de flexão determinado de acordo com a norma ISO 178 superior a 1.400 MPa.

4. Tubo ou artigo de tubo suplementar de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que a composição tem uma temperatura crítica no teste EN 13477, para determinação da propagação rápida de
5 fissura, igual ou inferior a -1°C .

5. Tubo ou artigo de tubo suplementar de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que a composição tem uma resistência à propagação
10 lenta de fissura de pelo menos 50 h, a uma tensão circunferente de 4,6 MPa e a uma pressão interna de 9,2 bar a 80°C , medida de acordo com a norma EN 13479.

6. Tubo ou artigo de tubo suplementar de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo
15 fato de que a composição tem um tempo para falha no teste CTL igual ou superior a 25 h.

7. Tubo ou artigo de tubo suplementar de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo
20 fato de que a composição tem uma razão de solda da resistência a solda de uma parte soldada com relação àquela do material integral de pelo menos 0,5.

8. Tubo ou artigo de tubo suplementar de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo
25 fato de que a composição tem uma soldabilidade medida como a razão de deformação na ruptura da parte soldada com relação àquela do material integral superior a 0,2.

9. Tubo ou artigo de tubo suplementar de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que a composição tem uma resistência a impacto Charpy a 23°C superior a 20 kJ/m².

10. Tubo ou artigo de tubo suplementar de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de que a composição tem uma resistência a impacto Charpy a 0°C superior a 10 kJ/m².

11. Tubo ou artigo de tubo suplementar de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de que a carga mineral inorgânica (C) é um composto inorgânico de um metal dos grupos 1 a 13 do Sistema Periódico dos Elementos, ou uma mistura deles.

12. Tubo ou artigo de tubo suplementar de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de que a resina de base tem uma densidade igual ou superior a 915 kg/m³.

13. Tubo ou artigo de tubo suplementar de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizado pelo fato de que a composição inclui um copolímero de etileno e um ou mais monômeros de alfa-olefinas.

14. Tubo ou artigo de tubo suplementar de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 13, caracterizado pelo

fato de que a proporção de comonômero na resina de base é inferior a 2,0 mol por cento.

15. Tubo ou artigo de tubo suplementar de acordo com
5 qualquer uma das reivindicações 1 a 14, caracterizado pelo fato de que a fração (B) é um copolímero de etileno, que compreende pelo menos um comonômero de alfa-olefina tendo pelo menos 4 átomos de carbono.

10 16. Tubo ou artigo de tubo suplementar de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 15, caracterizado pelo fato de que a fração (A) tem uma MFR₂ de 20 a 2.000 g/10 min.

15 17. Tubo ou artigo de tubo suplementar de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 16, caracterizado pelo fato de que a razão ponderal das frações (A):(B) na resina de base é na faixa de 60:40 a 40:60.

20 18. Uso de uma composição de polietileno compreendendo uma resina de base, que compreende:

(A) uma primeira fração de homopolímero de etileno; e

25 (B) uma segunda fração de homo- ou copolímero de etileno,

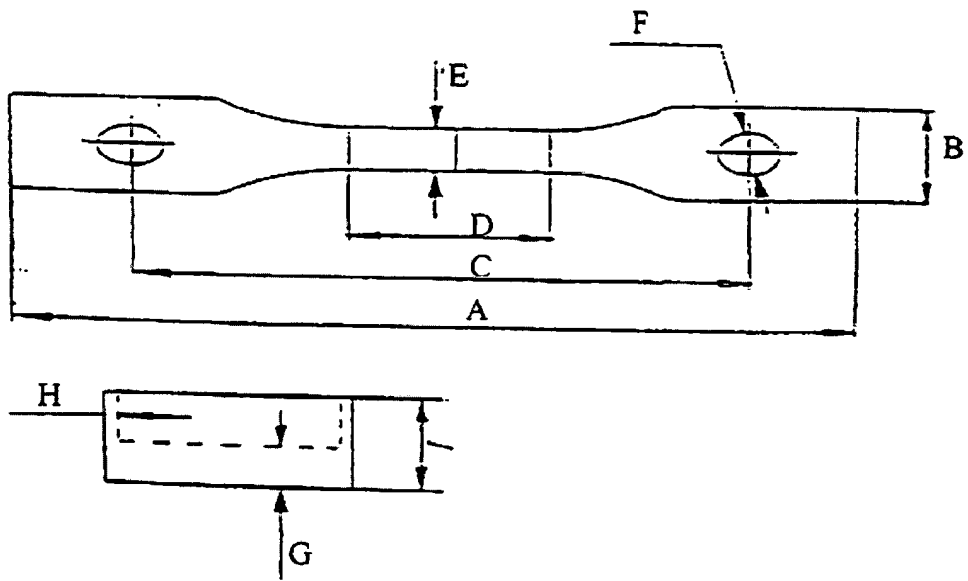
em que a fração (A) tem um peso molecular médio mais baixo do que a fração (B), e a composição compreende ainda:

5 (C) uma carga mineral inorgânica,

em que a carga mineral inorgânica (C) está presente na composição em uma proporção de 1 a 70% em peso, caracterizado pelo fato de que é na produção de um

10 tubo ou um artigo de tubo suplementar.

FIG. 1



RESUMO

TUBO OU ARTIGO DE TUBO SUPLEMENTAR E USO DE COMPOSIÇÃO DE POLIETILENO NA PRODUÇÃO DO MESMO

5 A presente invenção se refere a um tubo ou artigo de tubo suplementar compreendendo uma composição de polietileno, que compreende:

10 (A) uma primeira fração de homopolímero de etileno; e

(B) uma segunda fração de homo- ou copolímero de etileno,

15 em que a fração (A) tem um peso molecular médio mais baixo do que a fração (B), e a composição compreende ainda:

20 (C) uma carga mineral inorgânica, em que a carga mineral inorgânica (C) está presente na composição em uma proporção de 1 a 70% em peso.

25 A presente invenção se refere ainda ao uso da dita composição, na produção de um tubo ou um artigo de tubo suplementar.