



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

(21) **PI0616060-3 A2**

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



(51) *Int.Cl.:*
C08L 23/04 2006.01
C08L 23/08 2006.01
C08K 3/00 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 050201664

(73) Titular(es): BOREALIS TECHNOLOGY OY

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

(74) Procurador(es): Claudia Christina Schulz

(86) Pedido Internacional: PCT EP2006007666 de 02/08/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/031155 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 (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), a resina de base tem um módulo de flexão determinado de acordo com a norma ISO 178 igual ou superior a 1.000 MPa, 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 não 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. Os fluidos transportados nos tubos podem ser pressurizados, tais como água da bica ou gás natural, ou não pressurizados quando o tubo é usado para transportar esgoto (água servida), para aplicações de drenagem (drenagem da terra e de pistas de rolamento), para transportar água de temporal ou sujeira e lixo interno. O fluido transportado em um tubo pode ter temperaturas variáveis, usualmente dentro de uma faixa de 0 a 50°C.

A presente invenção se refere, em particular, a tubos para o transporte de fluidos não pressurizados. Esses tubos são usualmente denotados como "tubos sem pressão". Os tubos sem pressão também podem ser usados para proteção de cabos e tubos.

Diferentes requisitos são impostos nos tubos para o transporte de fluidos pressurizados (os denominados tubos de pressão) e os tubos sem pressão. Ainda que os tubos de
5 pressão sejam capazes de suportar uma pressão positiva interna, os tubos sem pressão não precisam suportar essa pressão, mas são requeridos a suportar uma pressão positiva externa. A pressão externa mais alta pode ser devido à carga de terra em um tubo, quando submerso no solo, à
10 pressão da água do solo, à carga de tráfego ou as forças de fixação em aplicações internas.

Os tubos sem pressão atuais são produzidos em várias dimensões, de cerca de 0,1 a cerca de 3 m de diâmetro, e de
15 vários diferentes materiais, tais como cerâmica (basicamente argila vitrificada), concreto, PVC, polietileno e polipropileno. Ainda que a cerâmica e o concreto sejam materiais de baixo custo, são pesados e quebradiços. Desse modo, havia uma tendência de substituir
20 esses materiais por materiais poliméricos, incluindo composições de polietileno.

Os tubos sem pressão produzidos de composições de polietileno devem satisfazer pelo menos dois critérios
25 fundamentais. Primeiramente, e muito significativamente, devem apresentar uma rigidez suficiente para suportar pressão externa, sem a "ajuda" de contrapressão interna. Como uma medida para a rigidez de um material, pode servir o seu módulo de flexão. Nesse aspecto, por uso de um

material com maior rigidez, é possível usar menos material e manter a mesma rigidez do tubo, ou, alternativamente, para se ter uma maior resistência à pressão externa, a rigidez anular pode ser aumentada por uso da mesma ou de
5 uma proporção maior de material no tubo.

É conhecido que a rigidez de um material de poliolefina pode ser aumentada por adição de uma carga inorgânica (mineral), mas, nesse aspecto, deve ser
10 considerada que várias outras importantes propriedades podem sofrer dessa adição de carga, principalmente devido à falta de interação entre a carga e a matriz. É também conhecido que o polietileno é mais sensível nesse aspecto do que o polipropileno.

15

Por exemplo, polietileno com carga mineral sofre, usualmente, de propriedades de longo prazo insuficientes. Esse efeito é, por exemplo, observado no teste de pressão e no teste de Carga de Tensão Constante (TLC), a altas
20 temperaturas, e/ou altos alongamentos/deflexões e/ou tempos mais longos. Além do mais, polietileno com carga mineral sofre, usualmente, de uma queda considerável nas propriedades de impacto, especialmente a temperaturas mais baixas.

25

Um segundo critério principal para um material de tubo é que ele não deve falhar em uma maneira quebradiça, em um teste de propagação de crescimento lento de fissuras (SCG). No entanto, a resistência a SCG e a rigidez são duas

propriedades contraditórias, isto é, em princípio, quanto mais alto o módulo de flexão de um material, mais vai estar ele propenso a SCG.

5 Ainda mais, especialmente para as composições de polietileno usadas para tubos sem pressão, uma resistência a fluência suficientemente alta é requerida. Isso é para que o tubo ou sistema de tubos suporte cargas externas durante longos tempos, por exemplo, pressão do solo em
● 10 aplicações subterrâneas ou das forças de fixação e/ou gravitacionais para soluções internas.

A resistência a fluência é freqüentemente medida como o módulo de fluência a um tempo específico, por exemplo,
15 extrapolado a um valor de 50 anos, como na norma DIN 19537 (1988).

Alternativamente, a resistência a fluência pode ser medida como a razão de fluência, como um módulo de fluência
● 20 medida em tempos curtos dividido por um módulo de fluência a longos tempos, por exemplo, de acordo com a norma ISO 9967. Conseqüentemente, uma baixa razão de fluência corresponde a uma alta resistência a fluência (com base no resultado de fluência a tempos curtos).

25

Finalmente, a composição polimérica usada para o tubo deve também apresentar uma 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, eletro fusão, 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.

10

Em vista de todos os requisitos descritos acima, é o objeto da presente invenção proporcionar um tubo sem pressão, produzido de uma composição de polietileno, que tem uma combinação aperfeiçoada de propriedades, em particular que tem uma maior rigidez, enquanto mantendo: a) boas propriedades de longo prazo, tais como as observadas nos testes de pressão e CTL; b) boa razão de fluência, isto é, proporcionando uma resistência a fluência suficiente ou superior; c) propriedades de impacto suficientes, em particular a baixas temperaturas; d) boa resistência à propagação de fissuras; e e) soldabilidade aceitável.

20

A presente invenção é baseada na descoberta surpreendente que os objetos mencionados acima podem ser alcançados por uma composição de polietileno compreendendo uma resina de base multimodal, de preferência, bimodal com uma certa rigidez, usualmente acima de 1.000 MPa, e uma carga inorgânico (mineral). Essa descoberta é ainda mais surpreendente, por até agora foi considerado impossível que

25

uma composição de polietileno compreendendo uma carga (mineral) tenha propriedades de longo prazo, propriedades de impacto e resistência à propagação de fissuras suficientes, de modo que possa ser usada como um material
5 de tubo sem 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
10 compreende:

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

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

em que a fração (A) tem um peso molecular médio mais baixo do que a fração (B), a resina de base tem um módulo de flexão determinado de acordo com a norma ISO
20 178 igual ou superior a 1.000 MPa, e a composição compreende ainda:

(C) uma carga mineral inorgânica,

25 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 sem pressão de acordo com a invenção têm uma rigidez significativamente aumentada, como

mostrado pelo valor do módulo de flexão deles, enquanto que, simultaneamente, mantêm boas propriedades de longo prazo, baixa fluência, uma alta resistência à propagação de fissuras, no que se refere a ambas as propagações de
5 fissuras lenta e rápida, uma resistência a impacto suficiente, e boa soldabilidade.

Deve-se notar que a composição usada para os tubos da presente invenção é caracterizada não por um único dos
10 aspectos definidos acima, mas pela combinação deles, mas pelas suas combinações. Por essa combinação única de aspectos, é possível obter tubos sem pressão de desempenho superior.

15 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.

20 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
25 20% em peso, de preferência, até 10% em peso, particularmente, até 5% em peso da resina de base total.

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
5 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.

10 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.

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

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

Usualmente, uma composição de polietileno
25 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".

5 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
10 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
15 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
20 superpostas na curva de distribuição de peso molecular para o produto polimérico resultante total, produzindo, usualmente, uma curva com dois mais máximos distintos.

Em uma concretização preferida do tubo da invenção, a
25 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.

Ainda, de preferência, a composição tem uma MFR₂₁ de 2 a 50 g/10 min, particularmente, de 5 a 20 g/10 min, e, especialmente, de 6 a 20 g/10 min.

5 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.

10 O tubo de acordo com a invenção tem uma rigidez significativamente aperfeiçoada, comparado com os materiais da técnica anterior, principalmente devido à presença de carga inorgânica na composição de polietileno. Conseqüentemente, a composição usada para o tubo da
15 invenção tem, de preferência, um módulo de flexão determinado de acordo com a norma ISO 178 superior a 1.400 MPa, particularmente, superior a 1.600 MPa, mais particularmente, superior a 1.800 MPa e, especialmente, superior a 2.000 MPa.

20 Usualmente, a composição tem um módulo de flexão igual ou inferior a 3.500 MPa.

Além do mais, o módulo de flexão da resina de base é,
25 de preferência, igual ou superior a 1.100 MPa, particularmente, igual ou superior a 1.150 MPa, e, especialmente, igual ou superior a 1.200 MPa.

Além do mais, a composição tem, de preferência, uma resistência à propagação lenta de fissuras de pelo menos 1,5 h, a 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 5 13479, particularmente, de pelo menos 10 h, ainda mais particularmente, de pelo menos 50 h, especialmente, de pelo menos 165 h, e, mais especialmente, de pelo menos 500 h.

Usualmente, a resistência ao crescimento lento de 10 fissuras é de até 1.000 horas, particularmente, até 1.500 horas.

Prefere-se que um tubo, produzido da composição de acordo com a invenção, tenha um tempo para falha no teste 15 CTL de pelo menos 1,5 h, particularmente, pelo menos 10 h, mais particularmente, pelo menos 50 h, ainda mais particularmente, pelo menos 165 h, e, especialmente, pelo menos 400 h.

20 Ainda mais, a resistência a impacto dos tubos da invenção é ainda suficientemente alta, a despeito da incorporação da carga inorgânica.

A composição tem, desse modo, de preferência, uma 25 Resistência a Impacto de Charpy a 23°C superior a 2 kJ/m², particularmente, superior a 4 kJ/m². Usualmente, a Resistência a Impacto de Charpy a 23°C é igual ou abaixo de 100 kJ/m².

Além do mais, a composição tem, de preferência, uma Resistência a Impacto de Charpy a 0°C superior a 2 kJ/m², particularmente, 4 kJ/m². Usualmente, a Resistência a Impacto de Charpy a 0°C é igual ou inferior a 80 kJ/m².

5

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.

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 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 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.

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 particularmente, superior a 0,8, ainda mais particularmente, superior a 0,9, e, especialmente, superior a 0,95.

10 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 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.

25 Além do mais, na composição, a carga mineral inorgânica (C) está presente em uma proporção de no máximo 70% 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 presente em uma proporção de no máximo 45% em peso,

particularmente, de no máximo 30% em peso, mais particularmente, no máximo 25% em peso.

5 A carga (C) da composição pode compreender todos os 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.

10

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.

15

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.

20

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 $Mg_3Ca(CO_3)_4$, 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").

25

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

5

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.

10 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%.

15 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.

20 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.

25 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.

5 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
10 da amplitude da distribuição de peso molecular.

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.

15

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.

20

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
25 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.

De preferência, a fração (A) da composição é um homopolímero de etileno.

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 .

De preferência, a fração (A) tem uma MFR₂ 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.

5 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.

10 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.

15 A fração (B) da composição de polietileno tem, de preferência, uma densidade igual ou superior a 922 kg/m³, particularmente, igual ou superior a 924 kg/m³, e, especialmente, igual ou superior a 927 kg/m³.

20 Além do mais, a fração (B) tem uma densidade igual ou inferior a 940 kg/m³.

25 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.

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.

5

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

10 O tubo sem pressão da invenção pode ser de qualquer projeto desejado. Os tubos preferidos são tubos de paredes sólidas, com um diâmetro interno de no máximo 600 mm, particularmente, no máximo 500 mm, e, especialmente, no máximo 400 mm. Outros tubos preferidos são tubos de paredes estruturadas, tais como tubos de paredes corrugadas, de
15 preferência, de um diâmetro igual ou inferior a 3 m.

São especialmente preferidos os tubos de parede dupla / parede multicamada com seções vazadas, com diâmetros de no máximo 1.000 mm, particularmente, no máximo 800 mm, e,
20 especialmente, no máximo 600 mm.

Como um exemplo particular de um tubo sem pressão, podem ser mencionados bueiros de pistas de rolamento. De preferência, esses bueiros de pistas de rolamento têm um
25 diâmetro de 0,6 a 3 m.

Como mencionado, o tubo da invenção pode ser usado para vários fins, tais como para drenagem e para a proteção de cabos e tubos. O termo "drenagem" compreende drenagem da

terra e de pistas de rolamento, transporte de água de temporal e descarga de lixo e refugos internos (esgoto interno).

5 O tubo sem pressão da invenção pode ser preferivelmente produzido por extrusão em uma extrusora de tubos. Após a extrusora, o tubo é retirado por uma manga de calibração e resfriado. O tubo pode ser também manufaturado em um processo de enrolamento por extrusão em diâmetros de
10 2 a 3 m ou superiores. O tubo pode ser também processado em um dispositivo de corrugação, em combinação com ou próximo da etapa de calibração, por exemplo, para a manufatura de tubos multicamada de projeto de parede dupla ou parede multicamada corrugada, com ou sem uma seção vazada, ou
15 tubos multicamada com projeto nervurado.

As partes de tubos, tais como válvulas, câmaras, etc., são preparadas por processos convencionais, tais como moldagem por injeção, moldagem por sopro, etc.

20 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
25 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.

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.

5 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.

10

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
15 de reação, por uso de dois ou mais tipos diferentes de catalisador.

Um processo multiestágio é definido como sendo um processo de polimerização, no qual um polímero
20 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
25 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.

5

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

10 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
15 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.

20

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
25 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 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 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 (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 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, 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.

25

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
5 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
10 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
15 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
20 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
25 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.

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.

10 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
15 adicionados ao reator em fase gasosa, quando esse reator está produzindo a fração HMW.

A composição, de preferência, se produzida em um processo compreendendo uma etapa de mistura, em que a
20 composição da resina de base, isto é, a mistura, que é 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.

25 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.

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
5 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
10 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, em particular um tubo sem pressão.

15

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

EXEMPLOS

20

1. Definições e métodos de medida

a) Densidade

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

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

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).

10

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.

15

c) Parâmetros reológicos

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.

25

d) 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.

5 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
10 tensão simples nas amostras.

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.

15

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
20 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 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.

25

Um entalhe frontal de uma profundidade de 2,5 mm é 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 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 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 apresentados na Figura 1, em que:

- 15 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
- 20 F: diâmetro do furo de 10 mm
- G: entalhe principal de $2,5 \pm 0,02$ mm
- H: ranhuras laterais de 0,8 mm
- I: espessura da placa de $6 \pm 0,2$
- 25 e) Resistência a solda

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.

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.

10 f) Resistência a impacto Charpy

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).

g) Resistência a fluência

A razão de fluência de curto prazo foi medida em um modo de encurvamento de quatro pontos, de acordo com a 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.

25 h) Módulo de flexão

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

2. Produção de composições e tubos poliméricos

Uma resina de base foi produzida em uma reação multiestágio, compreendendo um primeiro estágio de (pré)-
 5 polimerização em lama em um reator em circuito fechado de 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
 10 fase gasosa, na presença do produto do segundo reator em circuito fechado, para produzir o comonômero contendo o componente de alto peso molecular. Como comonômero, hexeno-1 foi usado.

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

20 As condições de polimerização aplicadas estão listadas na Tabela 1.

Tabela 1:

	Resina de base 1	Resina de base 2	Resina de base 3
Pré-polimerização, T/°C	70	70	70
Pré-	4,9	4,6	4,6

polimerização, alimentação de H ₂			
Pré- polimerização, razão de alimentação C ₄ /C ₂	0	0	0
Circuito fechado, T/°C	95	95	95
Circuito fechado, pressão/bar	60	60	60
Circuito fechado, conc. C ₂	6,7	6,9	6,4
Circuito fechado, H ₂ /C ₂	580	605	605
MFR ₂ /g/10 min	1.100	930	1.000
Densidade no circuito fechado	homopolímero	homopolímero	homopolímero
GPR T/°C	85	85	85
GPR, conc. C ₂	6	10	9
H ₂ /C ₂	15	32	28
C ₆ /C ₂	33	7	17
Divisão	3/44/53	2/44/54	2/44/54
Densidade, kg/m ³	952,1	957,0	954,2
Comonômero, % em peso	0,72	0,24	1,10

As composições foram misturadas / homogeneizadas 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 pelotização 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 e a composição 2 foram produzidas por mistura da resina de base 1 e da resina de base 2, respectivamente, com 20% em peso de talco. A composição 3a foi produzida por mistura da resina de base 3 com 10% em peso de talco, e a composição 3b foi produzida por mistura da resina de base 3 com 40% em peso de CaCO₃. Os resultados são apresentados na Tabela 2.

O talco usado como carga tinha um tamanho de partícula ponderal médio de 5 microns, com apenas 2% em peso tendo um tamanho de partícula igual ou superior a 20 microns, e uma pureza de 98% de silicato de Mg.

O CaCO₃ 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 CaCO₃.

Os tubos foram produzidos por alimentação da
5 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.

10 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).
15 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.

20

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
25 resfriamento interno com água.

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 descarg

5 líquido 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.

10

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

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 nervurado.

20

25

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

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

Tabela 2:

5

		Comp. 1	Comp. 2	Comp. 3a	Comp. 3b	Res. de base 1	Res. de base 2	Res. de base 3
eta (2,7 kPa)	Pas	292	276	212	490	200,6	197	199
SHI (2,7/210)		51,9	45,3	44,2	44,3	55,3	45,3	41,5
eta (747 kPa)	Pas	566	582	427	869	478	490	567
eta (368 kPa)	Pas	706	726	549	1.060	518	500	592
FRR _{21/5}		39,97	40,22	35,57	40,51	39,5	37,2	35,9
MFR ₅	g/ 10 min	0,27	0,24	0,27	0,23	0,28	0,26	0,24
MFR ₂₁	g/ 10 min	10,9	9,5	9,63	9,42	11,05	9,49	8,48
CTL (tempo para falha)	h	426	12	51	53	1.055	12	52
Módulo de flexão	MPa	2.056	2.306	1.604	2.166	1.312	1.507	1.402
Resistência	kJ/m ²	5,9	4,3	8,0	53,9	20,1	17,0	17,8

a impacto Charpy (23°C)								
Resistência a impacto Charpy (0°C)	kJ/m ²	5,6	4,5	5,0	32,8	14,1	13,2	14,2
Módulo de fluência								
após 1 min	MPa	2.188	2.675	1.869	2.918			1.567
após 24 h	MPa	923	1.159	777	1.326			612
após 200 h	MPa	619	815	565	907			433
Razão de fluência		3,24	3,54	3,24	3,48			3,55
Razão de fluência de curto prazo		3,53	3,28	3,31	3,22			3,61

REIVINDICAÇÕES

1. Tubo ou um artigo de tubo suplementar, caracterizado pelo fato de que compreende uma composição de polietileno
5 tendo 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), a resina de base tem um módulo de flexão determinado de acordo com a norma ISO
15 178 igual ou superior a 1.000 MPa, e a composição compreende ainda:

(C) uma carga mineral inorgânica,

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

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

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
5 qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que a composição tem um tempo para falha no teste de carga de tensão constante igual ou superior a 1,5 hora.

10 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, de preferência, uma resistência a fluência, medida como a razão de fluência $E(1 \text{ hora}) / E(2 \text{ anos})$ igual ou inferior a 4,5.

15 6. Tubo ou artigo de tubo suplementar de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo 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.

20 7. Tubo ou artigo de tubo suplementar de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que a composição tem uma soldabilidade medida como a razão de deformação na ruptura da parte soldada com
25 relação àquela do material integral superior a 0,2.

8. Tubo ou artigo de tubo suplementar de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, 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.

5 9. Tubo ou artigo de tubo suplementar de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que a resina de base tem uma densidade de 915 a 950 kg/m³.

10 10. Tubo ou artigo de tubo suplementar de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de que a composição inclui um copolímero de etileno e um ou mais monômeros de alfa-olefinas.

15 11. Tubo ou artigo de tubo suplementar de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que a proporção de comonômero na resina de base é inferior a 2,0 mol por cento.

20 12. Tubo ou artigo de tubo suplementar de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de que a fração (A) é um homopolímero de etileno.

25 13. Tubo ou artigo de tubo suplementar de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, 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.

14. Tubo ou artigo de tubo suplementar de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 13, caracterizado pelo fato de que a fração (A) tem uma MFR₂ de 20 a 2.000 g/10 min.

5

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

10

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

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

15

(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), a resina de base tem um módulo de flexão determinado de acordo com a norma ISO 178 igual ou superior a 1.000 MPa, e a composição compreende ainda:

20

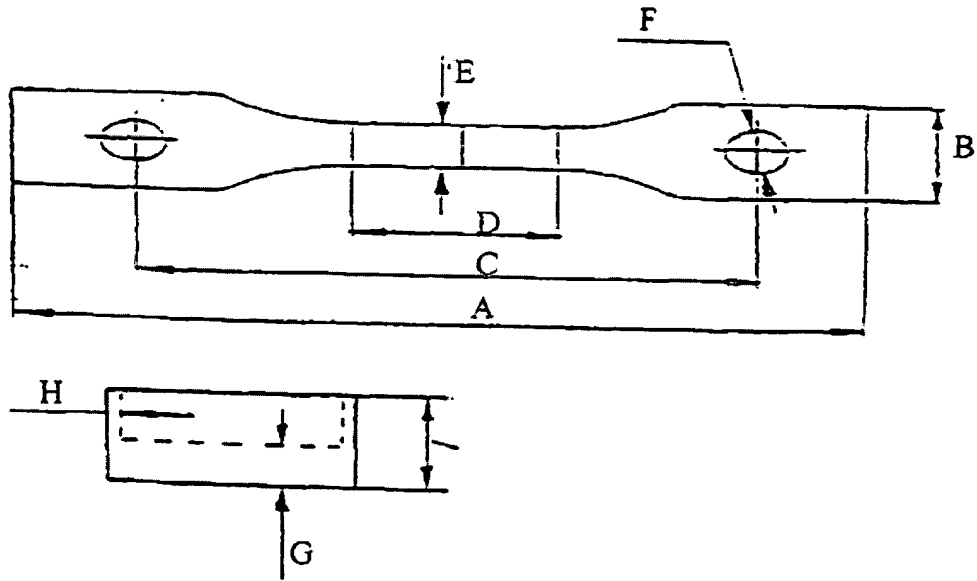
(C) uma carga mineral inorgânica,

25

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 para a produção de um tubo ou um artigo de tubo suplementar.

30

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), a resina de base tem um módulo de flexão determinado de acordo com a norma ISO 178 igual ou superior a 1.000 MPa, 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.