



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

(11) PI 0806488-1 B1



(22) Data do Depósito: 29/01/2008

(45) Data de Concessão: 30/10/2018

(54) Título: CABO CONDUTOR DE ENERGIA ELÉTRICA E USO DE UMA COMPOSIÇÃO DE ACAMAMENTO PARA A PRODUÇÃO DO MESMO

(51) Int.Cl.: H01B 3/44; H01B 7/28; H01B 7/295.

(30) Prioridade Unionista: 01/02/2007 EP EP070022256.

(73) Titular(es): BOREALIS TECHNOLOGY OY.

(72) Inventor(es): BERNT-AKE SULTAN; JAMES ELLIOTT ROBINSON; WENDY LOYENS; SUSANNA LIEBER.

(86) Pedido PCT: PCT EP2008000683 de 29/01/2008

(87) Publicação PCT: WO 2008/092642 de 07/08/2008

(85) Data do Início da Fase Nacional: 29/06/2009

(57) Resumo: CABO E USO DE UMA COMPOSIÇÃO DE ACAMAMENTO PARA A PRODUÇÃO DO MESMO A presente invenção se refere a um cabo compreendendo um ou mais condutores isolados, que são embutidos em uma composição de acamamento tendo um retardamento de chama aperfeiçoado. A composição de acamamento compreende uma resina (A) e uma carga inorgânica (B), que é um hidróxido ou um composto hidratado.

**"CABO CONDUTOR DE ENERGIA ELÉTRICA E USO DE UMA COMPOSIÇÃO
DE ACAMAMENTO PARA A PRODUÇÃO DO MESMO"**

[0001] A presente invenção se refere a um cabo compreendendo um ou mais condutores isolados, que são embutidos em uma composição de acamamento tendo um retardamento a chama aperfeiçoado.

[0002] Um cabo de energia elétrica típico compreende, de uma maneira geral, um ou mais condutores em um núcleo de cabo, que é circundado opcionalmente por várias camadas de materiais poliméricos. Em particular, a construção de cabos de energia elétrica para baixa voltagem, isto é, voltagem abaixo de 6 kW, ou cabos de controle, computador e telecomunicação, compreende, usualmente, um condutor elétrico que é seguido por uma camada de isolamento de material polimérico. Opcionalmente, um ou mais desses condutores isolados são circundados por uma camada de revestimento externo comum, a camisa.

[0003] Em geral, para cabos e fios usados em construções como prédios, indústrias, veículos, navios, túneis, etc., a resistência a chama é necessária. No entanto, os polímeros, especialmente as poliolefinas, que são usados nos cabos e fios, são materiais inerentemente combustíveis. Desse modo, para obter polímeros com resistência a chama aperfeiçoada, aditivos retardadores de chama são incorporados no polímero, tais como substâncias químicas halogenadas.

[0004] No entanto, há sempre um risco de que os materiais poliméricos, ainda que formulados para retardamento de chama otimizado, vão queimar, se preaquecidos a uma alta temperatura por uma fonte externa, tal como um fogo externo, com o risco de que uma vez que

PVC e/ou outros materiais contendo halogênios são usados, fumos tóxicos e corrosivos, tais como precipitações de cloreto de hidrogênio gasoso e/ou ácido clorídrico, são produzidos.

[0005] No passado, houve muitas tentativas para proporcionar polímeros e aditivos retardadores de chama, que são isentos de halogênios. Em geral, essas composições retardadoras de chama, que são usadas como camadas retardadoras de chama, incluem proporções relativamente grandes, tipicamente, 50 a 60% em peso, de uma carga inorgânica, como, por exemplo, compostos hidratados e hidróxidos, que, durante queima, decompõem endotermicamente e liberam gases internos a temperaturas em uma faixa de 200 a 600°C. Essas cargas inorgânicas incluem, por exemplo, $\text{Al}(\text{OH})_3$ ou $\text{Mg}(\text{OH})_2$. No entanto, esses materiais retardadores de chama sofrem do alto custo das cargas inorgânicas e da deterioração da processabilidade e das propriedades mecânicas da composição polimérica, devido à alta proporção da carga.

[0006] Portanto, o objeto da presente invenção foi o de evitar as desvantagens mencionadas acima dos materiais da técnica anterior e, desse modo, proporcionar um cabo tendo baixos custos de produção e que apresentam um equilíbrio aperfeiçoado de retardamento de chama, processabilidade, bem como de propriedades mecânicas.

[0007] A presente invenção é baseada na descoberta de que o objeto mencionado acima pode ser obtido, caso o cabo compreenda uma composição de acamamento tendo resistência a chama aperfeiçoada.

[0008] Portanto, a presente invenção proporciona um cabo compreendendo um ou mais condutores isolados, que são embutidos em uma composição de acamamento, que compreende:

- a) uma resina (A); e
- b) uma carga inorgânica (B),

em que a carga inorgânica (B) é um hidróxido ou um composto hidratado.

[0009] Como demonstrado abaixo, a composição de acamamento, bem como o cabo inventivo, apresentam um retardamento de chama aperfeiçoado, boas taxas de crescimento de fogo e liberação de calor no teste do Cenário 1 FIPC₂₀, além de boas processabilidade e propriedades mecânicas.

[0010] Na presente invenção, os condutores são circundados por uma camada isolada termoplástica ou reticulada. Qualquer material adequado conhecido na técnica pode ser usado para a produção desse isolante, por exemplo, polipropileno, polietileno termoplástico ou reticulado por uso de silanos, peróxidos ou irradiação. O isolante pode conter também retardadores de chama, de preferência, sistemas desprovidos de halogênios, como, por exemplo, combinações de borracha de silício, hidróxidos ou minerais, como é descrito, por exemplo, na patente europeia EP 393959. Mais comumente, a camada isolante é silano reticulado, como descrito, por exemplo, nos relatórios descritivos das patentes U.S. 4.413.066, 4.297.310, 4.351.876, 4.397.981, 4.446.283 e 4.456.704.

[0011] Os condutores usados na presente invenção são, de preferência, condutores de cobre ou alumínio.

[0012] Um ou mais desses condutores isolados são embutidos em uma composição de acamamento. Além da sua resistência a chama, a composição de acamamento da presente invenção ajuda a tornar o cabo redondo. Em comparação com as camadas de acamamento compactas comuns, a composição de acamamento da presente invenção está agindo como uma barreira de chama eficaz, especialmente quando usada em combinação com os revestimentos à base de poliolefina, goma de silício e cargas minerais diferentes de hidratos.

[0013] Além do mais, a composição de acamamento não gruda nem na camada isolante dos condutores nem na camada de revestimento externo do cabo, e tem uma baixa resistência a ruptura e um bom desempenho de extrusão.

[0014] Prefere-se (Padrão Britânico 6724) que a composição de acamamento tenha uma resistência a tração não inferior a 4 N/mm² e um alongamento na ruptura não inferior a 50%. Deve ser possível remover o acamamento sem danificar o(s) núcleo(s) de isolamento. Na presente invenção, a composição de acamamento do cabo compreende uma resina (A).

[0015] O termo "resina" é intencionado para denotar todos os componentes poliméricos orgânicos da composição. Os componentes poliméricos orgânicos, para a formação da resina (A), incluem poliolefinas, poliésteres, poliéteres e poliuretanos.

[0016] Polímeros elastoméricos também podem ser usados, como, por exemplo, borracha de etileno / propileno (EPR), borracha de monômeros de etileno - propileno - dieno (EPDN), elastômero termoplástico (TPE) e borracha de acrilonitrila (NBR).

[0017] Polímeros reticuláveis por silano também podem ser usados, isto é, os polímeros preparados usando monômeros de silano insaturados, tendo grupos hidrolisáveis capazes de serem reticulados por hidrólise e condensação, para formar grupos silanol na presença de água e, opcionalmente, um catalisador de condensação de silanol.

[0018] Além do mais, componentes de baixo peso molecular como ceras, óleos parafínicos, estearatos, etc. podem ser adicionados à composição mencionada acima, para aperfeiçoar a processabilidade. No entanto, é particularmente preferido renunciar a esses materiais, pois têm um impacto negativo nas propriedades de retardamento de chama.

[0019] Em uma concretização preferida, a resina (A) é formada por homo- ou copolímeros de olefinas. Esses são, por exemplo, homo- ou copolímeros de etileno, propileno, alfa-olefinas e polímeros de butadieno ou isopreno. Os homo- e copolímeros adequados de etileno incluem polietileno de baixa densidade, polietileno de baixa, média ou alta densidade linear e polietileno de densidade muito baixa.

[0020] Em uma outra concretização preferida da invenção, a resina (A) compreende polímeros polares, tendo grupos polares selecionados de ácido acrílico, ácido metacrílico, acrilatos, metacrilatos, acrilonitrila, acetatos ou acetatos de vinila, e semelhantes.

[0021] Prefere-se também que o polímero polar constitua uma proporção de 30 partes em peso (pbw) ou mais, particularmente de 50 pbw ou mais, e, especialmente, de 70 pbw ou mais, por 100 pbw da resina (A) de base polimérica.

[0022] A composição de poliolefina pode ser produzida por qualquer processo de polimerização convencional.

[0023] De preferência, a resina (A) é produzida por polimerização radicalar, tal como polimerização radicalar a alta pressão. A polimerização a alta pressão pode ser feita em um reator tubular ou em um reator de autoclave. De preferência, é um reator tubular. Em geral, a pressão pode ficar dentro de uma faixa de 1.200 a 3.500 bar, e a temperatura pode ficar dentro de uma faixa de 150 a 350°C. No entanto, a poliolefina pode ser também preparada por outros tipos de polimerização, tal como polimerização por coordenação, por exemplo, em um processo a baixa pressão, com catalisadores Ziegler-Natta, de cromo, de sítio único / duplo, de metalloceno (por exemplo, metais de transição), e de não metalloceno (por exemplo, metais de transição avançados). Os compostos de metais de transição e de transição avançados são encontrados nos grupos 3 a 10 da Tabela Periódica (IUPAC 1989). Esses catalisadores podem ser usados no modo suportado ou não, isto é, com e sem veículo.

[0024] Os copolímeros polares são produzidos, de preferência, por copolimerização de monômeros de olefina, de preferência, etileno, propileno ou buteno, com os monômeros polares compreendendo de 1 a 20 átomos de carbono. No entanto, podem ser também produzidos por enxerto de uma poliolefina com os grupos polares. O enxerto é descrito, por exemplo, nas patentes U.S. 3.646.155 e 4.117.195.

[0025] Na presente invenção, prefere-se ainda que a resina (A) seja formada essencialmente por uma mistura de

pelo menos dois diferentes polímeros, como descrito acima. Nesse contexto, o termo "essencialmente" significa que 90% ou mais da resina (A) é formada por essa mistura. A mistura pode ser produzida por qualquer processo conhecido na técnica.

[0026] Composição de acamamento é de pelo menos 5,0% em peso, particularmente, pelo menos 10% em peso, especialmente, pelo menos 15% em peso. O limite superior de resina (A) é, de preferência, 60% em peso, particularmente, 30% em peso, e, especialmente, 20% em peso, com base na composição de acamamento total.

[0027] A carga inorgânica (B) da composição de acamamento é um hidróxido ou um composto hidratado. De preferência, a carga inorgânica (B) é um hidróxido ou um composto hidratado de metal do grupo II ou III do Sistema Periódico dos Elementos. Particularmente, a carga inorgânica (B) é um hidróxido. No entanto, prefere, especialmente, que a carga inorgânica (B) da composição de acamamento seja trihidróxido de alumínio (ATH), hidróxido de magnésio ou boehmita. O hidróxido de alumínio é especialmente preferido.

[0028] A carga inorgânica (B) da composição de acamamento é preferivelmente usada em uma proporção de 10 a 90% em peso, particularmente, de 10 a 75% em peso, mais particularmente, de 15 a 60% em peso, e, especialmente, de 20 a 55% em peso, com base na composição de acamamento total.

[0029] A composição de acamamento do cabo inventivo pode compreender ainda um composto inorgânico (C), que não é nem um hidróxido nem um composto hidratado. O composto

inorgânico (C) é, de preferência, um carbonato inorgânico, particularmente, um carbonato de metal do grupo II do Sistema Periódico dos Elementos, alumínio, zinco e/ou uma mistura deles, e, especialmente, carbonato de cálcio ou carbonato de magnésio.

[0030] A proporção usada preferida do composto inorgânico (C) é de 10 a 55% em peso, particularmente, de 15 a 50% em peso, e, especialmente, de 20 a 45% em peso, com base na composição de acamamento total.

[0031] Prefere-se que a razão de carga inorgânica (B) para o composto inorgânico (C) seja de 0,2 a 5, particularmente, de 0,4 a 2,0.

[0032] Além do mais, prefere-se que se o composto inorgânico (C) estiver presente, a proporção total de carga inorgânica (B) e de composto inorgânico (C) seja de 40 a 90% em peso, particularmente, de 50 a 85% em peso, especialmente, de 60 a 80% em peso, com base na composição de acamamento total.

[0033] Um valor medido, que indica a resistência a chama de uma composição, é o índice de oxigênio limitado (LOI).

[0034] O método do teste de LOI é conduzido de acordo com a norma ISO 4589-A-IV. Para determinar o valor de LOI do composto testado, um corpo de prova do composto é queimado em uma atmosfera de uma mistura de nitrogênio e oxigênio. Um teor de oxigênio na mistura de N₂/O₂ é gradualmente diminuído até que o corpo de prova pare de queimar. O percentual de O₂ nessa mistura de N₂/O₂ constitui o valor de LOI do composto. Um alto valor de LOI significa que um alto percentual de oxigênio é necessário para

sustentar a combustão, isto é, o composto tem uma boa resistência a chama.

[0035] O índice de oxigênio limitado (LOI) da composição de acamamento da presente invenção é, de preferência, pelo menos 25, particularmente, pelo menos 30, e, especialmente, pelo menos 35.

[0036] Prefere-se também que o cabo da presente invenção compreenda uma camada de revestimento retardador de chama. A camada de revestimento retardador de chama é usada como uma camada de encamisamento, que circunda os condutores isolados embutidos na composição de acamamento descrita acima.

[0037] A camada de revestimento retardador de chama pode ser feita de qualquer composição retardadora de chama adequada conhecida na técnica. Essas composições poliméricas retardadoras de chama são descritas, por exemplo, nas patentes EP 02 029 663, 06 011 267 ou 06 011 269, que são incorporadas por referência.

[0038] Na presente invenção, prefere-se que a camada de revestimento retardador de chama compreenda uma composição polimérica, que compreende:

- e) uma resina de base polimérica (D);
- f) um composto contendo grupo de silicone (E); e
- g) um componente inorgânico (F).

[0039] Os polímeros adequados para a formação de resina de base polimérica (D) incluem poliolefinas, poliésteres, poliéteres e poliuretanos, como descrito acima.

[0040] Além do mais, prefere-se que a camada de revestimento compreenda um composto contendo grupo de silicone (E). O composto (E) é, de preferência, um fluido ou uma goma de silício, ou um copolímero de etileno e pelo menos um outro comonômero incluindo um poli bis(hidrocarbilsiloxano) vinil insaturado, ou uma mistura desses compostos, como descrito, por exemplo, na patente EP 02 109 663.

[0041] O composto (E) é usado preferivelmente em uma proporção de 0 a 70% em peso, particularmente, de 1 a 10% em peso, e, especialmente, de 1 a 5% em peso, com base na composição polimérica total da camada de revestimento.

[0042] O composto adequado para o componente inorgânico (F) compreende todos os materiais de carga conhecidos na técnica, que não são nem um hidróxido nem um composto substancialmente hidratado. O componente (F) pode também compreender uma mistura de quaisquer dessas cargas.

[0043] Em uma concretização preferida da presente invenção, o componente (F) é um carbonato inorgânico, particularmente, um carbonato de metal do grupo II do Sistema Periódico dos Elementos, alumínio e/ou zinco, e, especialmente, é carbonato de cálcio ou carbonato de magnésio. Também é preferida uma mistura de quaisquer materiais preferidos mencionados. Além do mais, também os compostos polinários, tal como, por exemplo, huntita $(\text{Mg}_3)\text{Ca}(\text{CO}_3)_4$.

[0044] Na presente invenção, prefere-se que a camada de revestimento retardadora de chama compreenda 20% em peso ou mais do componente (F).

[0045] Prefere-se também que a composição polimérica da camada de revestimento compreenda outro aditivo conhecido na técnica. Esses aditivos são usados em uma proporção de até 10% em peso, com base na composição polimérica total da camada de revestimento.

[0046] Na presente invenção, o retardamento de chama do cabo é determinado de acordo com a classe de cabos para fogo europeia, também chamada projeto europeu "FIPEC". O cabo é testado em cenários da "vida real". Há dois cenários distintos, um cenário vertical e um horizontal. Uma descrição desses cenários de teste pode ser encontrada em "Fire performance of electric Cables - New test methods and measurement techniques", relatório final da Comissão Europeia (SMT4-CT96-2059), ISBN 0953231259.

[0047] Os cabos são classificados em diferentes classes, apresentadas a seguir.

[0048] Classe A: A classe A se refere aos critérios para a classe A1 para revestimentos.

[0049] Classe B: A classe B caracteriza todos os produtos que apresentam um espalhamento de chama descontínuo nem no cenário de referência horizontal e nem no cenário de referência vertical, para quaisquer fontes de ignição

40 - 100 - 300 kW. Podem também apresentar uma taxa de liberação de calor limitada (HRR). Isso se aplica também à exposição de teste de 30 kW no cenário FIPEC₂₀ 2.

[0050] Classe C: A classe C caracteriza todos os produtos que apresentam um espalhamento de chama descontínuo, quando expostos a uma fonte de ignição de 40 a 100 kW no cenário de referência horizontal, e um

espalhamento de chama descontínuo, uma taxa de crescimento de fogo (FIGRA) limitada, e HRR limitada, quando expostos ao procedimento de teste de 20 kW, cenário FIPEC₂₀ 1.

[0051] Classe D: A classe D caracteriza todos os produtos que apresentam um melhor desempenho de fogo do que o polietileno tratado não retardador de chama, e um desempenho aproximadamente como madeira, quando testados nos cenários de referência. Quando testados no cenário FIPEC₂₀ 1, os produtos apresentam um espalhamento de chama contínuo, uma FIGRA moderada e uma HRR moderada.

[0052] Classe E: A classe E caracteriza todos os produtos que apresentam um espalhamento de chama descontínuo, quando um único cabo é exposto verticalmente a uma fonte de ignição de 1 kW. O pequeno teste de chama já proposto pela indústria é usado (EN 60332-1-2).

[0053] Na presente invenção, prefere-se que o cabo satisfaça os requisitos pelo menos da classe D.

[0054] O cabo da presente invenção tem, de preferência, um índice de taxa de crescimento de fogo (FIGRA) igual ou inferior a 2.000 w/s, particularmente, inferior a 1.500 w/s, especialmente, inferior a 1.000 w/s, medido de acordo com o cenário FIPEC₂₀ 1.

[0055] A taxa de liberação de calor (HRR) é, de preferência, igual ou inferior a 620 kW, particularmente, inferior a 550 kW, e, especialmente, inferior a 500 kW, medida de acordo com o cenário FIPEC₂₀ 1.

[0056] Prefere-se também que a liberação de calor total (THR_{1.200s}) seja igual ou inferior a 86 MJ, particularmente,

inferior a 80 MJ, e, especialmente, inferior a 75 MJ, medida de acordo com o cenário FIPEC₂₀ 1.

[0057] Os cabos da presente invenção podem ser produzidos por qualquer processo conhecido na técnica. Mais comumente, os condutores isolados são produzidos separadamente, pois precisam ser torcidos (em geral, os cabos consistem de muitos - mais comumente 3 - condutores isolados, em que as camadas isolantes têm diferentes cores). Os condutores isolados são torcidos conjuntamente em uma etapa de produção separada. As partes torcidas são então revestidas por uma camada de acamamento extrudada, que é comumente revestida diretamente com o resvestimento extrudado. Pode também acontecer que isso é feito em duas etapas, provavelmente devido ao fato de que o produtor carece de equipamento moderno. Para evitar que o acamamento grude nas suas camadas circundantes, talco é frequentemente "pulverizado" nos condutores isolados e nas camadas de acamamento, pouco antes da etapa de acamamento e de extrusão de revestimento.

[0058] O cabo da presente invenção é, de preferência, um cabo de baixa voltagem, usado como, por exemplo, um cabo de controle ou de telecomunicação.

Método e exemplos

1. Determinação do LOI (índice de oxigênio limitado)

[0059] O LOI foi determinado por uso de uma Unidade de Inflamabilidade Ceast pela norma norte-americana ASTM D 2863-9 e pela norma ISO 4589-2. Os resultados do LOI são baseados em aproximadamente 3 corpos de prova de teste de dimensão "150 x 6 mm". Esses são estampados de uma placa de 3 mm de espessura em uma prensa Collins (baixa pressão -

20 bar - a 10°C, durante um minuto, seguida por alta pressão - 300 bar, durante cinco minutos na mesma temperatura). A taxa de resfriamento foi de 10°C/minuto sob alta pressão.

[0060] A LOI é uma medida da concentração mínima de oxigênio de uma mistura de O₂/N₂, necessária para manter a combustão por um mínimo de 3 minutos, ou não propagar mais do que 5 cm da parte de topo do corpo de prova de teste. A LOI é uma medida da facilidade de extinção.

2. Cenário FIPEC₂₀ 1

[0061] Os cabos foram testados de acordo com as especificações de teste prEN 50399-2-1 (Cenário FIPEC₂₀ 1). A montagem do cabo foi determinada pelo diâmetro total do cabo e exposta ao queimador de 20 kW por 20 minutos, como especificado.

3. Composição de mistura

[0062] As composições de acamamento de acordo com a invenção e para fim comparativo foram produzidas por mistura dos componentes entre si em uma amassadeira Banbury (375 dm³). Os materiais foram processados até um banho líquido homogêneo ser obtido, e depois misturados por mais 2 minutos. Os materiais ainda quentes foram transferidos do misturador Banbury para um laminador de dois rolos, para produzir uma chapa, da qual foram preparadas placas para teste.

4. Produção de cabos

[0063] Uma camada isolante de $0,7 \pm 0,1$ mm foi extrudada em um condutor de cobre de 1,5 mm² em uma linha de fio Francis Shaw 60 mm/24D. Três núcleos foram torcidos

conjuntamente por uso de um aparelho de torcedura Northampton. As camadas de acamamento (Extrusora: Maillefer 45 mm/30D e revestimento (Extrusora: Mapre 60 mm/24D) foram aplicadas por um processo de extrusão em tandem. Para evitar a adesão entre a camada de acamamento e as suas circundantes, talco foi "pulverizado" nos núcleos e na camada de acamamento, pouco antes da aplicação das camadas de acamamento e revestimento.

5. Polímero

[0064] As resinas (A) usadas como exemplos da invenção são explicadas em mais detalhes na Tabela 1 e de suas notas ao pé da página.

[0065] Uma carga inorgânica (B) de triidróxido de alumínio (ATH) foi usada.

[0066] Um composto inorgânico (C) de carbonato de cálcio foi usado.

[0067] Como os compostos comerciais das camadas isolante e revestidora, intencionados para aplicações em fios e cabos, todos os produtos da Borealis Technology Oy foram usados.

[0068] O FR4820 é um isolante de retardamento de chama baseado na tecnologia Borealis Casico, consistindo de uma combinação de poliolefina, carbonato de cálcio e elastômero de silício, e tem uma taxa de escoamento em fusão a um peso de 2,16 kg e a 190°C (MFR_{2,16,190°C}) de 0,9 g / 10 min e uma densidade de 1.150 kg/m³.

[0069] O FR4804 é um revestimento de retardamento de chama baseado na tecnologia da Casico, MFR_{2,16,190°C} = 0,4 g / 10 min, densidade = 1.150 kg/m³. As composições de

acamamento usadas (inventivas e comparativas) e os valores de LOI dessas composições são apresentados na Tabela 1.

Tabela I: Composição de acamamento e resultados de LOI

Composição de acabamento, % em peso	BC1 (inventiva)	BC2 (inventiva)	BC3 (inventiva)	LK1835/19 (comparativa)	FM1249 (comparativa)
EVA-1 ¹ (resina A)	3,0				
EVA-2 ² (resina A)	4,0				
EBA ³ (resina A)		13,6			
EMA ⁴ (resina A)			13,6		
NBR ⁵ (resina A)		3,4	3,4		
TPE-E ⁶ (TPPE)	3,0				
Plastificante ⁷	7,0				
Auxiliar de processamento ⁸	1,3	1,5	1,5		
Fração orgânica isenta de halogênios ⁹				16,6	18,7
CaCO ₃ ¹⁰ tipo 1, MX30	55			83,4	81,3

CaCO ₃ ¹⁰ tipo 1, microsöh1		32,1	32,1		
ATH ¹²	26,8	49,4	49,4	0	0
LOI	37	62	64	26	26

[0070] ¹ copolímero de etileno - acetato de vinila contendo 28% em peso de acetato de vinila, $MFR_{2,16,190^{\circ}C} = 7 \text{ g} / 10 \text{ min}$

[0071] ² copolímero de etileno - acetato de vinila contendo 26% em peso de acetato de vinila, $MFR_{2,16,190^{\circ}C} = 2 \text{ g} / 10 \text{ min}$

[0072] ³ copolímero de etileno - acrilato de butila contendo 35% em peso de acrilato de butila, $MFR_{2,16,190^{\circ}C} = 40 \text{ g} / 10 \text{ min}$

[0073] ⁴ copolímero de etileno - acrilato de metila (EMA) contendo 20% em peso de acrilato de metila, $MFR_{2,16,190^{\circ}C} = 20 \text{ g} / 10 \text{ min}$

[0074] ⁵ borracha de nitrila - butadieno, viscosidade Mooney ML (1+4), $100^{\circ}C = 40$, teor de nitrila de 35% em peso

[0075] ⁶ polímero de éster - éter termoplástico com uma dureza shore D de 36, $MFR_{2,16,200^{\circ}C} = 12 \text{ g} / 10 \text{ min}$

[0076] ⁷ mistura de óleos parafínico e de poliisobutileno

[0077] ⁸ ceras de ácidos graxos

[0078] ⁹ fração orgânica isenta de halogênios: LK1835/19 e FM1249 são acamamentos comerciais produzidos pela Melos AG

[0079] ¹⁰ CaCO_3 , tipo 1 = tamanho de partícula médio de 3,0 μm
(0 - 23 μm), teor de CaCO_3 contendo 99,5% em peso
(MgCO_3 - 0,3% em peso, Fe_2O_3 - 0,05%, insolúveis em HCl - 0,3% em peso)

[0080] ¹¹ CaCO_3 , tipo 2 = tamanho de partícula médio de 2,3 μm

(0 - 10 μm), teor de CaCO_3 de 88% em peso (MgCO_3 - 1% em peso, Fe_2O_3 - 0,5%, insolúveis em HCl - 10% em peso)

[0081] ¹² ATH = tamanho de partícula médio de 12,5 μm (0 - 40 μm), teor de $\text{Al}(\text{OH})_3$ de 99,6% em peso

[0082] Todos os exemplos inventivos apresentaram um LOI de pelo menos 37, que é bem acima do LOI dos exemplos comparativos.

[0083] O retardamento de chama dos cabos é apresentando na Tabela 2. Os cabos testados compreenderam a composição inventiva ou a de acamamento comparativa de acordo com a Tabela 1. Além do mais, todas as composições de acamamento compreenderam carbonato de cálcio como o composto inorgânico(C).

Tabela 2: Visão geral de HRR - isolamento de 0,5 mm

Exemplos	Revestimento	ATH/CaCO ₃ (%/%)	Acamamento	Isolante	Número de cabos	FIGRA (W/s)	THR _{1200s} (MJ)	PiCOHRRsm30 (kW)
Ex. Comp. 1	FR4804	apenas CaCO ₃	LK1835/19	FR4820	19	2.900	86	708
Ex. Comp. 2	FR4804	apenas CaCO ₃	FM1249	FR4820	19	2.867	87	709
Exemplo 1	FR4804	0,49	BC1	FR4820	19	1.578	74	447
Exemplo 2	FR4804	1,54	BC2	FR4820	19	1.223	83	455
Exemplo 3	FR4804	1,54	BC3	FR4820	19	1.413	80	494

[0084] Os cabos à base dos acamamentos inventivos apresentam uma propagação de chama muito mais baixa, como indicado pelos FIGRA e PICO HRR_{sm30} mais baixos. O valor de FIGRA é $THR_{1.200s}$ dividido pelo tempo, até o pico de liberação térmica ser atingido. Quanto mais baixo o valor de FIBRA mais baixo é o pico de liberação de calor e leva mais tempo para ser atingido. Os exemplos inventivos têm valores de $THR_{1.200s}$ melhores do que os exemplos comparativos. A diferença é clara, mas não substancial. Todos os exemplos têm um teor similar de cargas e devem ter, consequentemente, uma $THR_{1.200s}$ similar. Apesar disso, os exemplos inventivos apresentam uma $THR_{1.200s}$ mais baixa. Os valores de Pico HRR_{sm30} apresentam um pico de liberação de calor claramente mais baixo do que os exemplos comparativos. Isso significa que o fogo é menos violento.

REIVINDICAÇÕES

1. Cabo condutor de energia elétrica, **caracterizado** pelo fato de que compreende um ou mais condutores isolados, que são embutidos em uma composição de acamamento, que compreende:

- a) uma resina (A);
- b) uma carga inorgânica (B) que é um hidróxido ou um composto hidratado; e
- c) um composto inorgânico (C) que não é um hidróxido ou um composto hidratado,

em que o cabo compreende ainda uma camada de revestimento retardador de chama compreendendo uma composição polimérica, que compreende

- d) uma resina de base polimérica (D);
- e) um composto contendo grupo de silicone (E); e
- f) um componente inorgânico (F) que não é um hidróxido ou um composto hidratado.

2. Cabo condutor de energia elétrica de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a proporção da carga inorgânica (B) é de 10 a 90% em peso, com base na composição de acamamento total.

3. Cabo condutor de energia elétrica de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato de que a carga inorgânica (B) é um hidróxido de metal do grupo II ou III do Sistema Periódico dos Elementos.

4. Cabo condutor de energia elétrica de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 3, **caracterizado** pelo fato de que a proporção da resina de base polimérica (A) é de 5 a 60% em peso, com base na composição de acamamento total.

5. Cabo condutor de energia elétrica de acordo com a reivindicação 3 ou 4, **caracterizado** pelo fato de que a razão da carga inorgânica (B) para o composto inorgânico (C) é de 0,2 a 5.

6. Cabo condutor de energia elétrica de acordo com qualquer uma das reivindicações de 3 a 5, **caracterizado** pelo fato de que a proporção total de carga inorgânica (B) e composto inorgânico (C) é de 40 a 90% em peso, com base na composição de acamamento total.

7. Cabo condutor de energia elétrica de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 6, **caracterizado** pelo fato de que a resina (A) é formada por uma borracha, cera, óleo, estearato, olefinas, poliolefinas, elastômeros termoplásticos e/ou suas combinações.

8. Cabo condutor de energia elétrica de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 7, **caracterizado** pelo fato de que o índice de oxigênio limitado (LOI) da composição de acamamento é pelo menos 25.

9. Cabo condutor de energia elétrica de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 8, **caracterizado**

pelo fato de que tem uma taxa de crescimento de fogo (FIGRA) igual ou inferior a 2.000 W/s, medida de acordo com o cenário FIPEC₂₀ 1.

10. Cabo condutor de energia elétrica de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 9, **caracterizado** pelo fato de que tem a taxa de liberação de calor no pico ($Pico_{HRRsm30}$) igual ou inferior a 620 kW, medida de acordo com o cenário FIPEC₂₀ 1.

11. Cabo condutor de energia elétrica de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 10, **caracterizado** pelo fato de que tem uma liberação térmica total ($THR_{1.200s}$) igual ou inferior a 86, medida de acordo com o cenário FIPEC₂₀ 1.

12. Cabo condutor de energia elétrica de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 11, **caracterizado** pelo fato de ser um cabo de baixa voltagem.

13. Uso de uma composição de acamamento para a produção de um cabo condutor de energia elétrica, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 12, **caracterizado** pelo fato de que a composição de acamamento compreende:

- a) uma resina (A);
- b) uma carga inorgânica (B), que é um hidróxido ou um composto hidratado; e

c) um composto inorgânico (C) que não é um hidróxido ou um composto hidratado,

em que o cabo compreende ainda uma camada de revestimento retardador de chama compreendendo uma composição polimérica, que compreende

- (d) uma resina de base polimérica (D);
- (e) um composto contendo grupo de silicone (E); e
- (f) um componente inorgânico (F) que não é um hidróxido ou um composto hidratado.