



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

(21) PI0612047-4 A2



\* B R P I 0 6 1 2 0 4 7 A 2 \*

(22) Data de Depósito: 01/06/2006  
(43) Data da Publicação: 13/10/2010  
(RPI 2075)

(51) Int.CI.:

C08K 5/3417  
C08K 13/02  
C08L 25/06  
C08L 63/00

(54) Título: COMPOSIÇÃO RETARDADORA DE CHAMA QUE EXIBE ESTABILIDADE TÉRMICA E PROPRIEDADES RETARDADORAS DE CHAMA SUPERIORES EM POLIESTIRENO EXTRUSADO E USO DESTA

(30) Prioridade Unionista: 07/06/2005 US 60/688,385,  
07/06/2005 US 60/688,467

(73) Titular(es): ALBEMARLE CORPORATION

(72) Inventor(es): DANIELLE F. GOOSSENS

(74) Procurador(es): Araripe & Associados

(86) Pedido Internacional: PCT US2006021227 de 01/06/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2006/132900 de 14/12/2006

(57) Resumo: COMPOSIÇÃO RETARDADORA DE CHAMA QUE EXIBE ESTABILIDADE TÉRMICA E PROPRIEDADES RETARDADORAS DE CHAMA SUPERIORES EM POLIESTIRENO EXTRUSADO E USO DESTA. A presente invenção se refere a uma composição retardadora de chama que exibe estabilidade térmica e propriedades retardadoras de chama superiores e seus usos.

**“COMPOSIÇÃO RETARDADORA DE CHAMA QUE EXIBE ESTABILIDADE TÉRMICA E PROPRIEDADES RETARDADORAS DE CHAMA SUPERIORES EM POLIESTIRENO EXTRUSADO E USO DESTA”**

**Resumo da Invenção**

5           A presente invenção se refere a uma composição retardadora de chama que exibe estabilidade térmica e propriedades retardadoras de chama superiores. Mais particularmente, a presente invenção se refere a uma composição retardadora de chama e seu uso; a composição retardadora de chama compreendendo “N-2, CASE (F1)-74623-Dibromopropil-4,5-dibromohexahidroftalimida” e uma  
10 ação retardadora de chama e estabilidade térmica melhoradas.

**Fundamentos da Invenção**

A efetividade dos compostos retardadores de chama é tipicamente atribuída a duas principais características i) a retardação da chama e ii) a estabilidade térmica. A retardação de chama de um composto retardador de chama é tipicamente determinada de acordo com seu Índice de Limitação de Oxigênio (“ILO”), que é geralmente medido de acordo com ASTM D2863. Os valores de ILO fornecem a concentração de oxigênio de uma mistura oxigênio/nitrogênio que apenas sustenta a combustão de um material, e quanto maior for o valor de ILO, melhor a habilidade retardadora de chama do composto.

20           A estabilidade térmica é tipicamente medida por análise termogravimétrica (“TGA”). Esta análise envolve aumentar a temperatura de um polímero com incrementos de 10 ou 20°C e medir a temperatura na qual um retardador de chama perde um percentual de peso, isto é, 5% em peso, 10% em peso, etc. O teste TGA é um teste comparativo, isto é, um composto retardador de chama com um nível de perda de peso numa temperatura mais alta do que um outro composto retardador de chama com o mesmo nível de perda de peso numa temperatura mais baixa é dito possuir uma estabilidade térmica superior ao composto retardador de chama com a temperatura mais baixa.

25           Geralmente, a indústria de polímeros tem aumentado sua demanda por compostos retardadores de chama com propriedades de estabilidade térmica

superiores aquelas normalmente disponíveis que do mesmo modo conferem retarda o de chama a um polímero estirênico contido no composto. Assim, há uma necessidade no estado da técnica por uma composi o retardadora de chama que possua estas qualidades.

5

#### Breve Descri o dos Desenhos

A figura   um gráfico que compara o Índice de Limita o de Oxig nio (“ILO”), isto  , a eficiência de retarda o de chama, das formula es de polímeros retardadores de chama de acordo com a presente inven o.

#### Resumo da Inven o

10

A presente inven o se refere a uma composi o retardadora de chama que apresenta estabilidade térmica e eficiência em retarda o de chama melhoradas em espuma de poliestireno extrusada, a composi o compreendendo:

15

a) cerca de 60% em peso a cerca de 95% em peso baseado na composi o retardadora de chama de um N-2,3-dibromopropil-4,5-dibromohexilftalimida;

20

b) cerca de 1% em peso a cerca de 40% em peso, baseado na composi o retardadora de chama, de um composto (A) selecionado entre i) zeólitos naturais, ii) zeólitos sintéticos, iii) epóxidos aromáticos halogenados, iv) oligômeros epóxi halogenados, v) oligômeros epóxi não-halogenados, vi) hidrotalcitos e vii) misturas de i)-vi); e opcionalmente

25

c) um sinergista selecionado entre (i) compostos de antimônio, (ii) compostos de estanho; (iii) compostos de molibdênio; (iv) compostos de zircônio; (v) compostos de boro; (vi); hidrotalcitos; (vii) talco; (viii) dicumilperóxido; (ix) dicumila; (x) antioxidantes fenólicos bloqueados; (xi) estabilizadores leves; e (xii) misturas de (i)-(xi).

A presente inven o também se refere a formula es de poliestireno que compreendem quantidades de retardador de chama da composi o retardadora de chama de acordo com a presente inven o.

30

A presente inven o também se refere a espuma de poliestireno extrusado contendo quantidades de retardador de chama da composi o retardadora

de chama de acordo com a presente invenção.

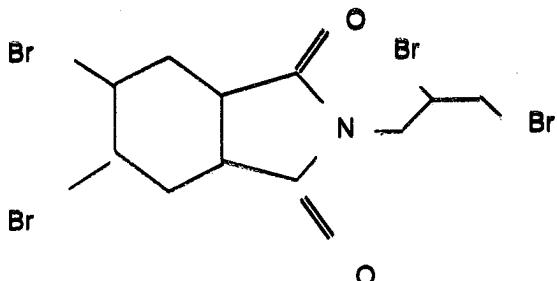
A presente invenção também se refere a artigos produzidos a partir desta espuma de poliestireno extrusado retardadora de chama.

5 A invenção também se refere a um processo para produzir um produto de poliestireno extrusado retardador de chama moldado compreendendo misturar um agente de expansão, e uma composição retardadora de chama de acordo com a presente invenção para formar uma mistura do produto e extrusar a mistura do produto através de um molde.

#### Descrição Detalhada da Invenção

10 A presente invenção é uma composição retardadora de chama que compreende na faixa de cerca de 60% em peso a cerca de 95% em peso, preferencialmente na faixa de cerca de 90% em peso a cerca de 95% em peso de N-2,3-dibromopropil-4,5-dibromohexilftalimida, que apresenta a fórmula:

15



20 Suas formas tautoméricas, isômeros estéreos, e polimorfos, aqui referidos coletivamente como "retardador de chama I".

O retardador de chama I exibe muito boa solubilidade em poliestireno. O retardador de chama I apresenta uma solubilidade em poliéster na faixa de cerca de 0,5 a cerca de 8% em peso, baseado no peso do poliéster e retardador de chama I, a 20°C, e na faixa de cerca de 0,5 a cerca de 10% em peso, na mesma base, a 40°C. O retardador de chama I também não afeta deleteriamente a formação de espumas poliestirênicas, que, quando combinadas com a solubilidade do retardador de chama I, torna o retardador de chama I mais adequado para uso em espumas de poliestireno do que na maioria dos outros retardadores de chama.

30 A composição retardadora de chama da presente invenção também

compreende na faixa de cerca de 1% em peso a cerca de 40% em peso de um componente (A) selecionado entre i) zeólitos naturais, ii) zeólitos sintéticos, iii) epóxidos aromáticos halogenados, iv) oligômeros epóxi halogenados, v) oligômeros epóxi não-halogenados, vi) hidrotalcitos e vii) misturas de i)-vi); O componente (A) é um material que serve com função dupla na presente invenção. Primeiro, este serve como um estabilizador térmico para a composição retardadora de chama contendo N-2,3-dibromopropil-4,5-dibromohexilftalimida. Segundo, também fornece efetividade retardadora de chama a composição retardadora de chama. É preferido que o componente (A) seja pelo menos um hidrotalcito, epóxido aromático halogenado, oligômeros de epóxido halogenado, oligômeros de epóxido não halogenado. Mais preferencialmente o componente (A) é pelo menos um epóxido aromático halogenado, oligômeros de epóxido halogenado, oligômeros de epóxido não halogenado. Em realizações mais preferidas, o componente (A) é selecionado entre epóxidos aromáticos halogenados, oligômeros de epóxidos halogenados, e misturas destes. Numa realização ainda mais preferida o componente (A) é um hidrotalcito.

É preferido que o componente (A) esteja presente em quantidades na faixa de cerca de 1 a cerca de 25% em peso, baseado no retardador de chama I. Noutras realizações preferidas, o componente (A) está presente numa quantidade na faixa de cerca de 1 a cerca de 15% em peso, mais preferencialmente de cerca de 3 a cerca de 12% em peso, baseado no retardador de chama I.

### Zeólitos

Zeólitos naturais adequados para uso aqui podem ser selecionados entre qualquer zeólito natural conhecido. Zeólitos sintéticos adequados para uso aqui podem ser selecionados entre qualquer zeólito sintético conhecido. Preferencialmente o zeólito sintético é selecionado entre Zeolina, disponibilizado comercialmente pela "Praeon", ou Zeólito A, comercialmente disponível pela "Albemarle Corporation" sob a marca registrada EZA. O zeólito A usado na prática desta invenção pode ser representado pela fórmula generalizada para zeólito,  $M_{2/n}OAl_2O_3ySiO_{2w}H_2O$ , onde M é um elemento do grupo IA ou IIA, tal como sódio,

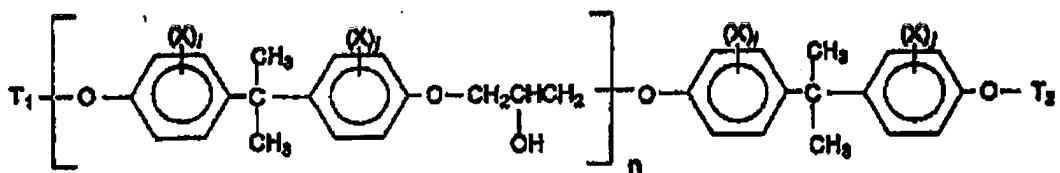
potássio, magnésio e cálcio. Para o zeólito de sódio, a fórmula é  $\text{Na}_2\text{OAl}_2\text{O}_{3x}\text{SiO}_{2y}\text{H}_2\text{O}$ , onde o valor de x normalmente fica dentro da faixa de  $1,85 \pm 0,5$ , e o valor de y pode ser variável e pode ser qualquer valor até cerca de 6. Na média, o valor de y será de cerca de 5,1. Para o Zeólito A de sódio, a fórmula pode ser escrita como  $1,0 \pm 0,2\text{Na}_2\text{OAlO}_{3,85 \pm 0,5}\text{SiO}_{2y}\text{H}_2\text{O}$ , onde o valor de y pode ser até cerca de 6. Um Zeólito A ideal apresenta a seguinte fórmula,  $(\text{NaAlSiO}_4)_{12}27\text{H}_2\text{O}$ .

#### Epóxidos Aromáticos Halogenados

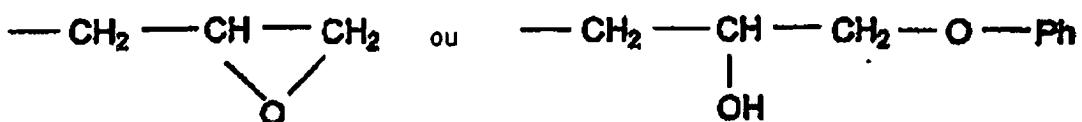
Epóxidos aromáticos halogenados adequados para uso na presente invenção são preferencialmente diglicidil éteres de bisfenol-A halogenado, em que cerca de 2 a cerca de 4 átomos de halogênio são substituídos na porção bisfenol-A e os átomos de halogênio são cloro e/ou bromo. É mais preferido que os átomos de halogênio na porção bisfenol-A sejam substancialmente todos átomos de bromo. Mais preferencialmente, o epóxido aromático halogenado é selecionado a partir de uma resina epóxi bromada produzida pela “TBBPA” e epicloridrana, da série Praeterm™, preferencialmente EP-16, comercialmente disponível pela “Dainippon Ink & Chemicals”, e “EPIKOTE Resin-5203” comercialmente disponível pela “Resolution Performance Products”.

#### Oligômeros de Epóxi Aromático Halogenados

Oligômeros de epóxi aromático halogenados adequados para uso aqui 20 são resinas epóxi do tipo bisfenol-A representadas pela fórmula (I):



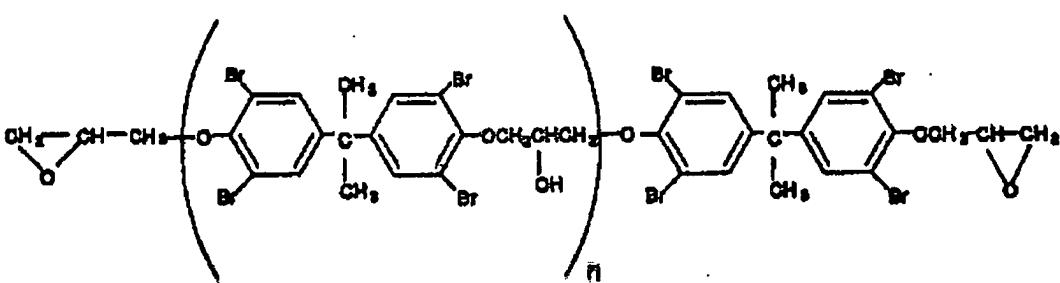
Onde X representa um átomo de halogênio; i e j cada um representa um inteiro de 1 a 4; n representa um grau médio de polimerização na faixa de 0,01 a 100, tipicamente na faixa de 0,5 a 100; preferencialmente na faixa de 0,5 a 50, e mais preferencialmente na faixa de 0,5 a 1,5; e  $T_1$  e  $T_2$  são independentemente e preferencialmente:



Onde Ph representa um grupo fenil halogenado substituído ou não substituído, em que o anel é substituído por pelo menos um átomo de cloro ou bromo. Exemplo não limitativos de Ph incluem um isômero de bromofenil único ou misturado, um isômero de dibromofenil único ou misturado, um isômero de tribromofenil único ou misturado, um isômero de tetrabromofenil único ou misturado, pentabromofenil, um isômero de clorofenil único ou misturado, um isômero de diclorofenil único ou misturado, um isômero de triclorofenil único ou misturado, um isômero de tetraclorofenil único ou misturado, pentaclorofenil, um isômero de um grupo tolil único ou misturado em que o anel é substituído por dois átomos de cloro, um isômero de um grupo etilfenil único ou misturado em que o anel é substituído por dois átomos de bromo. Cada átomo de halogênio num grupo Ph é preferencialmente um átomo de bromo. Como será visto daqui em diante, outros grupos de terminação que não Ph podem ser usados.

Oligômeros de epóxi aromáticos halogenados adequados para o uso aqui são tipicamente materiais oligoméricos amorfos, com pesos equivalentes de epóxi acima de 500 g/eq, e preferencialmente acima de 800 g/eq. Assim, diferente dos diglicidil éteres cristalinos de tetrabromobisfenol-A com pesos equivalentes de epóxi entre 320 e 380 g/eq descritos na patente US No. 6127558 para uso na estabilização de hexabromociclododecano, os oligômeros de epóxi aromáticos halogenados usados na prática desta invenção são altamente efetivos embora estes não sejam especialmente processados para alcançar uma estrutura cristalina, e não sejam caracterizados por pesos equivalentes de epóxi muito baixos.

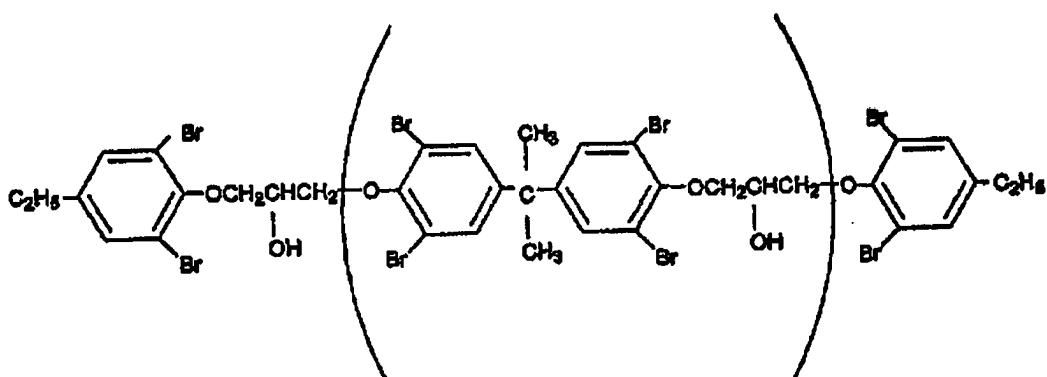
Exemplos não limitativos de um grupo de oligômeros de epóxi de bisfenol-A bromado que são adequados para o uso aqui são aqueles compostos representados pela fórmula (II):



Onde n representa um grau médio de polimerização na faixa de 0,5 a 100, tipicamente na faixa de 0,5 a 50; e preferencialmente na faixa de 0,5 a 1,5.

Exemplos não limitativos de produtos comercialmente disponíveis representados pela fórmula (II) incluem "F-2300", "F-2300H", "F-2400" e "F-2400H" da "Bromokem (Far East) Ltd.", "PRATHERM EP-16", "PRATHERM EP-30", "PRATHERM EP-100" e "PRATHERM EP-500" da "Dainippon Ink & Chemicals, Incorporated", "SR-T1000", "SR-T2000", "SR-T5000", "SR-T20000" da "Sakamoto Yakukin Kogyo Co., Ltd.", e "EPIKOTE Resin-5112" da "Resolution Performance Products".

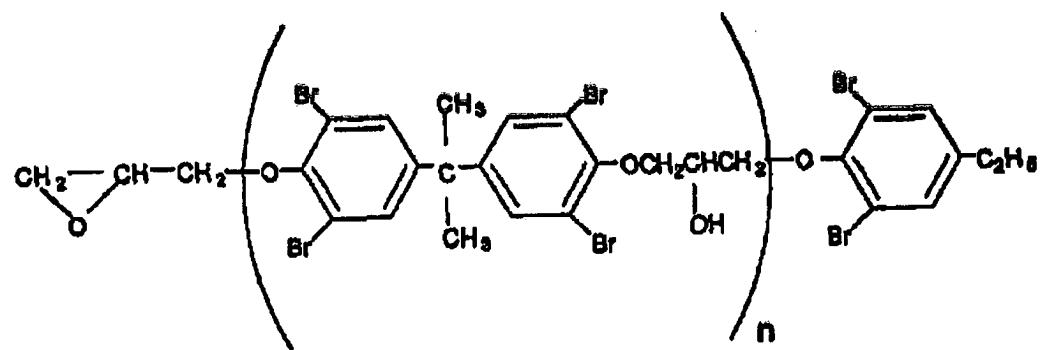
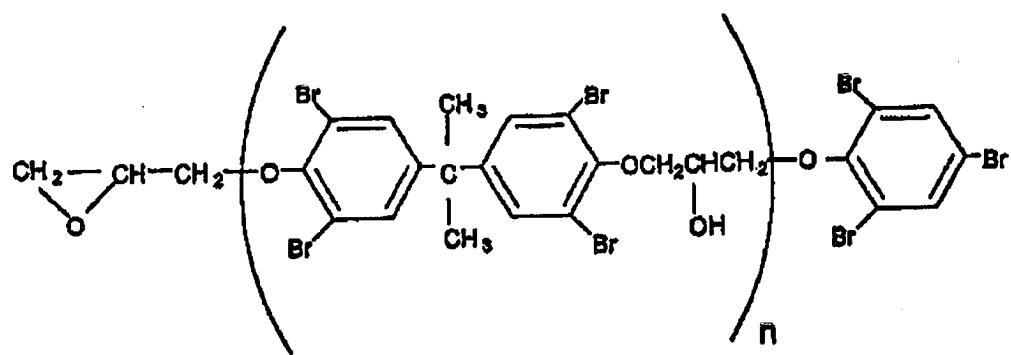
Oligômeros de epóxi de bisfenol-A bromados em que o grupo epóxi em cada terminal da resina foi bloqueado com um agente bloqueador, e resinas em que apenas o grupo epóxi num terminal foi bloqueado com um agente bloqueador são também adequados para uso como oligômeros de epóxi aromáticos halogenados. Exemplos não limitativos de agentes de bloqueio adequados incluem aqueles agentes de bloqueio que permitem a adição de abertura do anel do grupo epóxi tal como fenóis, álcoois, ácidos carboxílicos, aminas, isocianatos e similares, cada um contendo átomo de bromo. Entre estes, fenóis bromados são preferidos para melhorar os efeitos retardadores de chama. Exemplos destes podem incluir dibromofenol, tribromofenol, pentabromofenol, dibromoetilfenol, dibromopropilfenol, dibromobutilfenol, dibromocresol e similares. Exemplos de oligômeros de epóxi de bisfenol-A bromados em que os grupos epóxi em ambos os terminais deste são bloqueados com um agente



Exemplos não limitativos de produtos comercialmente disponíveis de fórmula (III) ou (IV) incluem "PRATHERM EC-14", "PRATHERM EC-20" e "PRATHERM EC-30" da "Dainippon Ink & Chemicals, Incorporated", "TB-60" e "TB-62" da "Toho Chemical Corporation, Ltd.", "SR-T3040" e "SR-T7040" da 5 "Sakamoto Yakukin Kogyo Co., Ltd.", e "EPIKOTE Resin-5203" da "Resolution Performance Products".

Oligômeros de epóxi de bisfenol-A bromados em que o polímero apresenta um agente bloqueador num terminal pode ser representados pelas fórmulas (V) e (VI):

10



Onde n representa um grau médio de polimerização na faixa de 0,5 a 15 100, tipicamente na faixa de 0,5 a 50; e preferencialmente na faixa de 0,5 a 1,5.

Exemplos não limitativos de produtos comercialmente disponíveis de fórmula (V) ou (VI) incluem “PRATHERM EPC-15F” da “Dainippon Ink & Chemicals, Incorporated”, “E5354” da “Yuka Shell Epoxi Kabushiki Kaisha”.

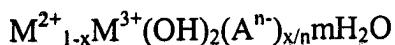
#### Oligômeros de Epóxi Aromáticos Não-Halogenados

5 Oligômeros de epóxi não-halogenados adequados para uso aqui podem tomar a forma de qualquer uma daquelas fórmulas de (I)-(IV) acima. Contudo, nos oligômeros de epóxi não halogenados, o componente halogênio é substituído por um átomo de hidrogênio. Por exemplo, oligômeros de epóxi bisfenol-A são adequados para uso aqui como um oligômero de epóxi não halogenado. Exemplos não limitativos de oligômeros de epóxi não halogenados adequados para uso aqui incluem qualquer resina epóxi disponível produzida a partir de bisfenol A e epiclorohidrina.

10

#### Hidrotalcitos

15 Hidrotalcitos adequados para uso aqui incluem ambos hidrotalcitos naturais e sintéticos. Geralmente, hidrotalcitos adequados para uso na presente invenção incluem aqueles representados pela fórmula geral:



Onde  $\text{M}^{2+}$  é selecionado do grupo que consiste de  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$ , ou  $\text{Ni}^{2+}$ ; e  $\text{M}^{3+}$  é selecionado entre  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{B}^{3+}$ ; ou  $\text{A}^{n-}$  é um ânion que apresenta uma valência de n, preferencialmente selecionado do grupo que consiste de  $\text{OH}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{ClO}_4^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $(\text{COO}^-)_2$ ,  $(\text{CHOH})_4\text{CH}_2\text{OHCOO}^-$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4(\text{COO})_2^{2-}$ ,  $(\text{CH}_2\text{COO})_2^{2-}$ ,  $\text{CH}_3\text{CHOHCO}^-$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ ,  $\text{SiO}_4^{4-}$ ,  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ ,  $\text{Fé}(\text{CN})_6^{4-}$  ou  $\text{HPO}_4^{2-}$ ; n é um número na faixa de cerca de 1 a cerca de 4; x é um número na faixa de cerca de 0 a cerca de 0,5; e m é um número na faixa de cerca de 0 a cerca de 2. Preferencialmente,  $\text{M}^{2+}$  é  $\text{Mg}^{2+}$  ou uma solução sólida de  $\text{Mg}$  e  $\text{Zn}$ ,  $\text{M}^{3+}$  é  $\text{Al}^{3+}$ ;  $\text{A}^{n-}$  é  $\text{CO}_3^-$  ou  $\text{SO}_4^{2-}$ , x é um número na faixa de 0 a 0,5 e m é um valor positivo.

20

25

Hidrotalcitos de exemplo incluem, mas não são necessariamente limitados a:  $\text{Al}_2\text{O}_3.6\text{MgO.CO}_2.12\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{Mg}_{4,5}.\text{Al}_2(\text{OH})_{13}.\text{CO}_3.3,5\text{H}_2\text{O}$ ;  $4\text{MgO}.\text{Al}_2\text{O}_3.\text{CO}_2.9\text{H}_2\text{O}$ ;  $4\text{MgO}.\text{Al}_2\text{O}_3.\text{CO}_2.6\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{ZnO}_3.\text{MgO}.\text{Al}_2\text{O}_3.\text{CO}_2.\text{wH}_2\text{O}$ ,

onde w está na faixa de 8-9, e  $ZnO \cdot 3MgO \cdot Al_2O_3 \cdot CO_2 \cdot wH_2O$ , onde w está na faixa de 5-6.

Algumas fórmulas empíricas fornecidas por um fornecedor comercial de vários hidrotalcitos incluem  $Mg_{4,5} \cdot Al_2(OH)_{13} \cdot CO_3$ ,  $Mg_{4,5} \cdot Al_2(OH)_{13} \cdot CO_3 \cdot 3H_2O$ ,  
5  $Mg_{4,5} \cdot Al_2(OH)_{13} \cdot CO_3 \cdot 3,5H_2O$  e  $Mg_{4,5} \cdot Al_2(OH)_{13} \cdot O_{0,2} \cdot (CO_3)_{0,8}$ .

Hidrotalcitos que apresentam as fórmulas gerais acima se encontram comercialmente disponíveis. Alguns fornecedores comuns de tais hidrotalcitos incluem “Kyowa Chemical Industry Co., Ltd.”, que fornece hidrotalcitos sob as designações das marcas registradas “ALCAMIZER”, “DHT-4A”, “DHT-4C” e  
10 “DHT-4V”; e “J. M. Huber Corporation”, que fornece hidrotalcitos sob a designação das marcas registradas “Hysafe 539” e “Hysafe 530”. Numa realização em particular preferida da realização da presente invenção, o hidrotalcito utilizado aqui é um fornecido pela “Kyowa Chemical Industry Co., Ltd.”, particularmente preferido é o hidrotalcito “DHT-4A”.

15 Como acima mencionado, numa realização preferida, o componente A é um hidrotalcito. Nesta realização, o hidrotalcito está presente numa quantidade na faixa de cerca de 1 a cerca de 25% em peso, com base no peso da composição retardadora de chama. Preferencialmente, o hidrotalcito está presente numa quantidade na faixa de cerca de 1 a 15% em peso, na mesma base, mais preferencialmente o hidrotalcito está presente numa quantidade na faixa de cerca de 1  
20 a cerca de 10% em peso, mais preferencialmente na faixa de cerca de 2 a cerca de 6% em peso, na mesma base.

#### Espuma de Poliestireno Extrusada

Numa outra realização, a presente invenção é uma formulação  
25 polimérica retardadora de chama que compreende mais do que cerca de 50% em peso de espuma de poliestireno extrusada, com base no peso da formulação polimérica retardadora de chama, e uma quantidade de retardador de chama de uma composição retardadora de chama maior do que cerca de 75% em peso, com base no peso da formulação polimérica retardadora de chama, poliestireno extrusado, e mais preferencialmente na faixa de cerca de 90% em peso a cerca de 99,5% em peso de  
30

**espuma de poliestireno extrusado, na mesma base.**

A composição retardadora de chama da presente invenção é especialmente bem adequada para uso em espumas de poliestireno extrusado. Exemplos não limitativos de usos destes espumas incluem isolamento térmico.

5 Espumas de poliestireno extrusadas adequadas para uso aqui podem ser preparadas por qualquer processo conhecido no estado da técnica, e tais processos envolvem formar a espuma de poliestireno expandida a partir de um monômero aromático de vinil tendo a fórmula:



10 Onde R é hidrogênio ou um grupo alquil tendo de 1 a 4 átomos de carbono e Ar é um grupo aromático (incluindo várias unidades de anéis aromáticos alquil e halo substituídos) tendo de 6 a cerca de 10 átomos de carbono, por exemplo, um polímero estirênico. Exemplos não limitativos de tais monômeros aromáticos de vinil incluem estireno, alfa-metilestireno, orto-metilestireno, meta-metilestireno, para-15 metilestireno, para-etilestireno, isopropilpentotolueno, isopropilnaftaleno, vinil tolueno, vinil naftaleno, vinil bifenil, vinil antraceno, os dimetilestirenos, t-butilestirenos, os vários cloroestirenos (tais como as variantes mono- e di-cloro), e vários bromoestirenos (tais como as variantes mono-, dibromo- e tribromo). Exemplos não limitativos de usos destas espumas incluem isolamento térmico.

20 De acordo com um aspecto da presente invenção, o monômero é estireno. Poliestireno é preparado prontamente por técnicas de polimerização por volume ou massa, solução, suspensão ou emulsão conhecidos no estado da técnica. A polimerização pode ser afetada na presença de iniciadores de radicais livres catiônicos ou aniônicos. Exemplos não limitativos de inibidores adequados incluem peróxido de 25 di-t-butil, peróxido de azeo-bis(isobutironitrila), peróxido de di-benzoil, perbenzoato de t-butil, peróxido de dicumil, persulfato de potássio, tricloreto de alumínio, trifluoreto de boro, complexos de eterato, tetracloreto de titânio, n-butillítio, t-butillítio, cumil potássio, 1,3-trilítiociclohexano, e similares. Detalhes adicionais da polimerização de estireno, sozinho ou na presença de um ou mais monômeros 30 copolimerizáveis com estireno, são bastante conhecidos na arte.

O poliestireno usado na presente invenção tipicamente apresenta um peso molecular de pelo menos cerca de 1000. Em algumas realizações, o poliestireno tem um peso molecular na faixa de cerca de 150000 a cerca de 500000. Contudo, deve-se notar que o poliestireno que apresenta um peso molecular superior pode ser 5 usado onde adequado ou desejado.

#### Composição Retardadora de Chama

Como acima mencionado, as formulações poliméricas retardadoras de chama da presente invenção compreendem uma quantidade de retardador de chama de uma composição retardadora de chama de acordo com a presente invenção. 10 Quantidade retardadora de chama significa de modo geral aquela quantidade suficiente para fornecer espécies de teste que podem alcançar uma taxa de teste UL94 de pelo menos V-2 com espécies com 1/8 polegadas de espessura ou um teste DIN 4102 de pelo menos B2 para uma espécie de 10mm de espessura (para EPS e XPS). Na maioria dos casos uma quantidade retardadora de chama será aquela quantidade 15 suficiente para fornecer um teor de halogênio total na faixa de cerca de 0,3 a cerca de 10% em peso, e preferencialmente na faixa de cerca de 0,5 a cerca de 6%, com base no peso da formulação polimérica retardadora de chama. Geralmente, esta quantidade fica na faixa de cerca de 0,01% em peso a cerca de 50% em peso da composição retardadora de chama, com base no peso da formulação polimérica retardadora de 20 chama, preferencialmente na faixa de cerca de 0,01% em peso a cerca de 25% em peso, na mesma base, e mais preferencialmente na faixa de cerca de 0,5% em peso a cerca de 7% em peso, na mesma base. Numa realização mais preferida, uma quantidade de retardador de chama fica na faixa de cerca de 1% em peso a cerca de 5% em peso da composição retardadora de chama, na mesma base. Em algumas 25 realizações, contudo, uma quantidade de retardador de chama fica na faixa de cerca de 3% em peso a cerca de 4% em peso da composição retardadora de chama, na mesma base.

#### Formulação Polimérica Retardadora de Chama

As formulações poliméricas retardadoras de chama da presente 30 invenção podem ser formadas por qualquer processo ou método conhecido. Um

procedimento de exemplo é o transferido para um misturador, por exemplo, um misturador rotatório que apresenta um rotor com hastes encaixado dentro de um alojamento com uma superfície interna com hastes que se combinam com as hastes do rotor. A resina fundida e um espumante volátil ou agente de expansão são alimentado  
5 na extremidade de entrada do misturador e descarregados na extremidade de saída como um gel, o fluxo sendo de modo geral numa direção axial. A partir do misturador, o gel passa através de resfriadores, e o gel resfriado passa então através de um molde que extrusa uma prancha geralmente retangular. Exemplos não limitativos de procedimentos adequados para formar as espumas de poliestireno extrusadas  
10 adequadas para uso na presente invenção podem ser encontrados nas patentes US Nos. 5011866; 3704083; e 5011866 todas as quais são aqui incorporadas como referência na sua integridade. Outros exemplos de processos adequados podem ser encontrados nas patentes US Nos. 2450436; 2669751; 2740157; 2769804; 3072584; e 3215647 todas as quais estão aqui incorporadas como referência na sua integridade.

15 Qualquer um de uma variedade de agentes espumantes conhecidos, que são algumas vezes referidos como agentes de expansão, podem ser usados na produção de espumas de poliestireno extrusadas da presente invenção. Exemplos não limitativos de agentes espumantes adequados podem ser encontrados na patente US No. 3960792, que é aqui incorporada como referência na sua integridade. Falando de modo geral, as substâncias químicas contendo carbono voláteis são as mais amplas para esta proposição. Estes incluem, por exemplo, tais materiais como hidrocarbonetos alifáticos incluindo etano, etileno, propano, propileno, butano, butileno, isobutano, pentano, neopentano, isopentano, hexano, heptano e misturas destes; halocarbonetos e/ou halohidrocarbonetos voláteis, tais como cloreto de metila,  
20 clorofluorometano, bromoclorodifluorometano, 1,1,1-trifluoroetano, 1,1,1,2-tetrafluoroetano, diclorofluorometano, diclorodifluorometano, clorotrfuorometano, triclorofluorometano, sin-tetraclorofluoroetano, 1,2,2-tricloro-1,1,2-trifluoroetano, sin-diclorotetrafluoroetano; tetraalquilsilanos voláteis, tais como tetrametilsilano, etiltrimetilsilano, isopropiltrimetilsilano, e n-propiltrimetilsilano; e misturas de tais  
25 materiais. Um agente de expansão preferido contendo flúor é 1,1-difluoroetano  
30

também conhecido como HFC-152a (FORMACEL Z-2, E. I. duPont de Nemours and Co.) devido a sua relatada propriedade ecológica desejada. Matéria vegetal contendo água tal como espiga de milho finamente dividida também pode ser usada como agente de expansão. Como descrito na patente US No. 4559367, tal matéria vegetal 5 também pode servir como enchimento. Dióxido de carbono pode ser usado como agente espumante, ou pelo menos um componente do agente espumante. Exemplos não limitativos de métodos para uso de dióxido de carbono como agente de expansão não descritos nas patentes US No. 5006566; 5189071; 5189072; e 5380767 que são 10 todas aqui incorporadas como referência nas suas integridades. Exemplos não limitativos de outros agentes de expansão adequados incluem nitrogênio, argônio, e água com ou sem dióxido de carbono. Se desejado, tais agentes de expansão ou misturas de agentes de expansão podem ser misturados com álcoois, hidrocarbonetos, ou éteres de volatilidade adequada, ver, por exemplo, patente US No. 6420442, que é aqui incorporada como referência na sua integridade.

15 Sinergista

Embora a composição retardadora de chama da presente invenção seja adequada para uso na maioria das aplicações, em algumas aplicações pode ser desejado aumentar ainda sua eficácia em retardar a chama. Em relação a isto, a composição retardadora de chama pode opcionalmente incluir qualquer sinergista de retardador de chama conhecido na arte, e assim quando a composição retardadora de chama é usada numa formulação polimérica retardadora de chama a formulação polimérica retardadora de chama poderia compreender também o sinergista opcional. Exemplos não limitativos de sinergistas retardadores de chama adequados incluem (i) compostos de antimônio tais como trióxido de antimônio, tetróxido de antimônio, pentóxido de antimônio, e antimonato de sódio; (ii) compostos de estanho tais como óxido de estanho e hidróxido de estanho; (iii) compostos de molibdênio tais como óxido de molibdênio e amônio molibdênio; (iv) compostos de zircônio tais como óxido de zircônio e hidróxido de zircônio; (v) compostos de boro tais como borato de zinco e metaborato de bário; (vi) peróxido de dicumil; e (vii) dicumil. Outros componentes que podem ser usados como sinergista retardador de chama incluem

talco, antioxidantes fenólicos bloqueados e estabilizadores leves. As proporções do sinergista retardador de chama opcional relativo ao componente N-2,3-dibromopropil-4,5-dibromohexahidroftalimida são convencionais e podem ser variadas para se adequar as necessidades de qualquer situação dada.

5 A razão do sinergista com a quantidade total do retardador de chama I é tipicamente na faixa de cerca de 1:1 a cerca de 1:7. Preferencialmente, o sinergista é usado numa razão na faixa de cerca de 1:2 a cerca de 1:4.

10 Nas realizações preferidas, a composição retardadora de chama compreende o sinergista opcional. Numa realização particularmente preferida, a composição retardadora de chama compreende pelo menos dicumil como um sinergista opcional. Em algumas realizações, a composição retardadora de chama compreende apenas dicumil como sinergista. O inventor deste revelou que o uso de dicumil como sinergista, particularmente quando o hidrotalcito está presente, fornece 15 Índices de Limitação de Oxigênio com resultados superiores do que outras combinações e outros sinergistas sozinhos. Enquanto não desejando estar vinculado a teoria, o inventor aqui atribui estes efeitos sinergísticos inesperados, em particular efeitos sinergísticos inesperados alcançados pelo uso de uma combinação de dicumil e hidrotalcito, preferencialmente hidrotalcitos sintéticos, mais preferencialmente DHT-4A.

20 Geralmente, o sinergista pode estar presente numa quantidade na faixa de cerca de 0,01 a cerca de 5% em peso, baseado no peso da composição retardadora de chama. Preferencialmente, o sinergista está presente numa quantidade na faixa de cerca de 0,05 a cerca de 3% em peso, na mesma base, e mais preferencialmente o sinergista está presente numa quantidade na faixa de cerca de 0,1% a cerca de 1% em peso, na mesma base. Numa realização mais preferida, o sinergista está presente numa 25 quantidade na faixa de 0,1 a cerca de 0,5% em peso, na mesma base.

#### Outros Aditivos Opcionais

Exemplos não limitativos de outros aditivos que são adequados para uso na composição retardadora de chama e nas formulações poliméricas retardadoras 30 de chama da presente invenção incluem auxiliares de extrusão tais como estearato de

bário ou estearato de cálcio, organoperóxidos, corantes, pigmentos, enchimentos, estabilizadores térmicos, antioxidantes, auxiliares de processamento, auxiliares de retirada do molde, lubrificantes, agentes anti-bloqueadores, outros retardadores de chama, estabilizadores de UV, plastificantes, auxiliares de fluxo, e similares. Se 5 desejado, agentes de nucleação tais como silicato de cálcio ou índigo podem ser incluídos também nas formulações poliméricas retardadoras de chama. As proporções dos outros aditivos opcionais são convencionais e podem ser variadas para se adequar as necessidades de qualquer situação dada.

O método pelo qual os vários componentes, tanto opcionais quanto de 10 outro modo, das formulações poliméricas retardadoras de chama, são formulados com o poliestireno antes de serem extrusados não é crítico para a presente invenção e técnicas, métodos ou processos adequados são conhecidos. Por exemplo, a composição retardadora de chama pode ser incorporada na espuma poliestirênica extrusada por técnicas úmidas ou secas. Exemplos não limitativos de técnicas secas 15 incluem aquelas onde a composição retardadora de chama é misturada com pastilhas da espuma poliestirênica extrusada, e esta mistura é então extrusada sob temperaturas elevadas o suficiente para causar a fusão da espuma poliestirênica expandida. Exemplos não limitativos de métodos úmidos incluem misturar uma solução da 20 composição retardadora de chama com a resina fundida da espuma poliestirênica extrusada. Além disso, as formulações poliméricas retardadoras de chama podem ser preparadas pelo uso de equipamento convencional de mistura tal como um extrusor de parafuso duplo, um misturador “Brabender” ou aparelhos similares. Também é possível adicionar separadamente os componentes individuais das formulações 25 poliméricas retardadoras de chama desta invenção na espuma poliestirênica extrusada. Preferencialmente, contudo, uma composição retardadora de chama da presente invenção é misturada com a espuma poliestirênica extrusada.

A descrição acima é direcionada para várias realizações da presente 30 invenção. Aqueles versados na arte reconhecerão que outros meios, que são igualmente efetivos, poderiam ser considerados para realizar o espírito desta invenção. Deve também ser notado que as realizações preferidas da presente invenção

contemplam que todas as faixas discutidas aqui incluem faixas desde quantidades muito pequenas a quantidades maiores. Por exemplo, a quantidade de sinergista, também pode incluir quantidades na faixa de cerca de 0,5 a cerca de 3% em peso, 0,05 a cerca de 1% em peso, 3 a cerca de 5% em peso, etc. Os exemplo que se seguem 5 ilustrarão a presente invenção, mas não significam estar limitando-a de qualquer forma.

#### Exemplo1

N-2,3-dibromopropil-4,5-dibromohexahidroftalimida, retardador de chama I, referido como “RC” neste e nos exemplos seguintes, foi misturado com 5% 10 em peso ou 10% em peso, baseado no peso de RC, de vários beneficiadores de estabilidades térmica conhecidos para formar composições retardadoras de chama. Algumas destas composições retardadoras de chama foram aquelas de acordo com a presente invenção, por exemplo, EP-16, Zeólito A, e oligômeros epóxi não bromados, e algumas não foram de acordo com a presente invenção. A estabilidade térmica das 15 composições retardadoras de chama foram então medidas através de análise termogravimétrica dinâmica (ATG). As estabilidades térmicas das composições retardadoras de chama de acordo com a presente invenção foram então comparadas com a estabilidade térmica das composições retardadoras de chama que não estão de acordo com a presente invenção. Os resultados das medidas ATG estão contidos na 20 tabela 1 abaixo.

EP-16 como aqui usado se refere a uma resina epóxi bisfenol-A bromada comercializada pela “Dainippon Ink & Chemicals, Incorporated”. DGETBBPA se refere a um éter diglicidil tetrabromobisfenol A, e TSPP se refere a um polifosfato de tetra sódio. DBTM se refere a dibutil maleato de estanho e DHT 4A 25 se refere a hidrotalcito cormecializado pela “Mipsui”. O oligômero epóxi não bromado (não Br EO) é vendido pela Aldrich como número de catálogo 40545-0.

Para realizar os testes ATG, aproximadamente (10) microgramas da composição retardadora de chama foram colocados em um cadinho de alumina de 70 microlitros sem tampa. O cadinho foi colocado numa atmosfera de 100% de 30 nitrogênio, e a temperatura do cadinho foi aumentada com incrementos de

10°C/minuto a partir de uma temperatura inicial de 30°C até uma temperatura final de 750°C ser alcançada. A temperatura em que as várias composições retardadoras de chama perderam um percentual de seu peso, como indicado na tabela 1, foi medido e registrado.

5

Tabela 1

Percentua l de perda de peso	RC (T °C)	RC + 5%(p) EP-16 (T °C)	RC + 5%(p) DGETBB P (T °C)	RC + 5%(p) TSPP (T °C)	RC + 5%(p) DBT M (T °C)	RC + 5%(p) DHT 4A (T °C)	RC + 5%(p) Zeólit o A (T °C)	RC + 10%(p) BrEO (T °C)
1	210,4 0	223,7 6	227,81	227,6 3	199,20	205,7 2	223,63	231,58
5	224,5 4	233,7 2	234,79	242,3 1	224,28	227,4 3	250,86	248,23
10	234,6 7	241,6 5	241,25	250,2 5	231,15	232,9 6	256,19	255,89
20	246,2 8	252,0 8	250,51	258,8 1	239,95	240,2 2	264,35	262,94
50	264,7 0	269,8 7	267,90	277,8 5	256,56	252,5 1	277,65	277,01

Como pode ser visto na tabela 1, as composições retardadoras de chama contendo DBTM e DHT 4A (hidrotalcito), ambos estabilizadores térmicos bastante conhecidos, inesperadamente não mostra qualquer melhoria na estabilidade térmica sobre aquela com RC. Contudo, as composições retardadoras de chama 10 contendo DGETPPA, EP-16, TSPP, oligômeros epóxi não bromados, e Zeólito A mostraram melhorias na estabilidade térmica sobre RC.

### Exemplo 2

Neste exemplo, como ilustrado na tabela 2 abaixo, RC foi misturado com tanto 2,5% em peso ou 5% em peso de um oligômero epóxi aromático

halogenado (EP-16) e 2,5% em peso ou 5% em peso de um hidrotalcito (DHT-4A), todos os percentuais em peso com base no peso de RC, para testar o efeito de vários níveis de hidrotalcito e oligômero epóxi aromático halogenado na análise ATG de uma composição retardadora de chama de acordo com a presente invenção.

5 Para realizar os testes ATG, aproximadamente (10) microgramas da composição retardadora de chama foram colocados em um cadiño de alumina de 70 microlitros sem tampa. O cadiño foi colocado numa atmosfera de 100% de nitrogênio, e a temperatura do cadiño foi aumentada com incrementos de 10°C/minuto a partir de uma temperatura inicial de 30°C até uma temperatura final de  
10 750°C ser alcançada. A temperatura em que as várias composições retardadoras de chama perderam um percentual de seu peso, como indicado na tabela 2, foi medido e registrado.

Tabela 2

% de perda de peso	RC Puro (T °C)	RC + 5% EP-16 + 5% DHT-4A (T °C)	RC + 2,5% EP16 + 2,5% DHT-4A (T °C)
1%	210,40	205,93	220,90
5%	224,54	244,37	245,20
10%	234,67	252,17	253,14
20%	246,28	258,98	260,79
50%	264,70	275,93	273,64

Como pode ser visto na tabela 2, 5% em peso de oligômero epóxi aromático halogenado e 5% em peso de hidrotalcito fornece a composição retardadora de chama uma melhor estabilidade térmica quando comparado com aquela com apenas RC. Contudo, os inventores observaram inesperadamente que níveis mais baixos, isto é, 2,5% em peso, do oligômero epóxi aromático halogenado e hidrotalcito fornece uma composição retardadora de chama com melhorada estabilidade térmica  
15 quando comparada com aquela com apenas RC e também comparado com a  
20

composição retardadora de chama que compreende 5% em peso de oligômero epóxi aromático halogenado e hidrotalcito.

### Exemplo 3

A ação retardadora de chama de várias formulações poliméricas retardadoras de chama de acordo com a presente invenção foram então analisadas. A ação retardadora de chama das formulações poliméricas retardadoras de chama foram determinadas de acordo com o Índice de Limitação de Oxigênio (ILO), que foram medidos de acordo com a ASTM D2863. Os valores de ILO dão a concentração de oxigênio de uma mistura de oxigênio/nitrogênio que apenas dificilmente suportam a combustão de um material. Quanto mais alto o valor de ILO, melhor a habilidade retardadora de chama das formulações poliméricas retardadoras de chama.

O conteúdo de várias formulações poliméricas retardadoras de chama testadas são mostradas nas tabelas 2 e 3 abaixo junto com o ILO daquelas formulações poliméricas retardadoras de chama. Estas formulações poliméricas retardadoras de chama foram formadas pela combinação de um polímero estirênico obtido pela “Dow Chemical Corporation” e comercializado sob o nome “Styron 678E”, um polímero estirênico comumente usado em aplicações de espuma de poliestireno, com composições retardadoras de chama do exemplo 1.

Também, como formulações poliméricas retardadoras de chama comparativas, HP900, uma composição retardadora de chama disponível comercialmente pela “Albemarle Corporation”, foi misturada com “Styron 678E” e também com 5% em peso de TSPP e “Styron 678E”.

Tabela 3

Componente (%(p))	Sem RC	Apenas RC	HP900	RC + 10%(p) EP-16	RC + 10%(p) TSPP	RC + 10%(p) TSPP	RC + 10%(p) não Br EO
“Styron 678E”	100,000	96,300	97,000	95,930	95,930	96,850	96,115
RC		3,700		3,700	3,700		3,700

<b>HP900</b>			<b>3,000</b>			<b>3,000</b>	
<b>EP-16</b>				<b>0,370</b>			
<b>TSPP</b>					<b>0,370</b>	<b>,0150</b>	
<b>Zeólito-A</b>							
<b>Não Br EO</b>							<b>0,185</b>
<b>DHT-4A</b>							
<b>ILO (%O<sub>2</sub>)</b>	<b>18,200</b>	<b>23,700</b>	<b>24,600</b>	<b>25,800</b>	<b>22,500</b>	<b>24,800</b>	<b>25,000</b>

**Tabela 4**

Componente (%(p))	RC 10%(p) não Br EO	RC + 5%(p) DHT-4A	RC 10%(p) DHT-4A	RC + 5%(p) Zeólito-A	RC 10%(p) Zeólito-A
"Styron 678E"	95,930	96,115	95,930	96,115	95,930
RC	3,700	3,700	3,700	3,700	3,700
HP900			3,000		
EP-16					
TSPP					
Zeólito-A				0,185	0,370
Não Br EO	0,370				
DHT-4A		0,185	0,370		
ILO (%O <sub>2</sub> )	24,900	25,500	25,700	24,100	23,900

Como pode ser visto na tabela 2, tabela 3 e na figura, quando a formulação polimérica retardadora de chama contém RC junto com EP-16, Zeólito-A, ou oligômero epóxi não bromado, (composições retardadoras de chama de acordo com 5 a presente invenção) a ação retardadora de chama da formulação polimérica

retardadora de chama é melhorada. Também, a estabilidade térmica da composição retardadora de chama é de outro modo melhorada, como ilustrado na tabela 1.

TSPP é um conhecido beneficiador da estabilidade térmica/ação retardadora da chama. Por exemplo, quando a formulação polimérica retardadora de chama contém HP900 como uma composição retardadora de chama e TSPP 5% em peso, a ação retardadora de chama é melhorada em relação a formulação polimérica retardadora de chama contendo o “Styron 678E” e HP900 apenas. Contudo, muito inesperadamente, quando a formulação polimérica retardadora de chama contém uma composição retardadora de chama contendo TSPP e RC, as formulações poliméricas retardadoras de chama contendo RC demonstram uma ação retardadora de chama menor do que na formulação com RC apenas, isto é, TSPP tem um efeito antagônico sobre as propriedades retardadoras de chama de RC. Contudo, a composição retardadora de chama contendo TSPP e RC demonstram uma melhoria na estabilidade térmica, como indicado na tabela 1. Assim, ilustrando que é inesperado que apenas alguns beneficiadores conhecidos da estabilização térmica/ação retardadora de chama conhecidos sejam adequados para melhorar ambas as estabilidade térmica e ação retardadora de chama do RC.

DHT 4A (hidrotalcito) é também um conhecido beneficiador da estabilidade térmica/ação retardadora da chama. Assim, é inesperado que as formulações poliméricas retardadoras de chama contendo RC/DHT 4A (hidrotalcito) demonstrem uma melhoria na ação retardadora de chama, mas a composição retardadora de chama mostra um decréscimo na estabilidade térmica, como indicado na tabela 1. Novamente ilustrando que é inesperado que apenas alguns beneficiadores conhecidos da estabilização térmica/ação retardadora de chama sejam adequados para melhorar ambas as estabilidade térmica e ação retardadora de chama do RC.

Assim, o inventor revelou aqui que apenas alguns materiais comumente usados como beneficiadores da ação retardadora de chama/estabilidade térmica podem ser usados para melhorar tanto a estabilidade térmica dos compostos retardadores de chama, enquanto ao mesmo tempo melhora a estabilidade térmica das formulações poliméricas retardadoras de chama contendo a composição retardadora de chama. De

outro modo, o inventor demonstrou aqui inesperadamente que alguns dos mais comumente usados beneficiadores da ação retardadora de chama/estabilidade térmica tais como hidrotalcito (DHT-4A) ou TSPP não fornecem este benefício, e em alguns casos agem em detrimento das propriedades desejadas, isto é, estabilidade térmica 5 e/ou ação retardadora de chama.

#### Exemplo 4

Neste exemplo, o efeito de concentrações variadas de hidrotalcito, dicumil, e a combinação destes dois, sobre a ação retardadora de chama de várias formulações poliméricas retardadoras de chama de acordo com a presente invenção 10 foram analisados. A ação retardadora de chama das formulações poliméricas retardadoras de chama foram novamente determinadas de acordo com seus Índices de Limitação de Oxigênio (ILO), que foi medido de acordo com a ASTM D2863.

O conteúdo das várias formulações poliméricas retardadoras de chama testadas foram mostradas na tabela 5, abaixo, juntamente com o ILO daquela 15 formulação polimérica retardadora de chama. Estas formulações poliméricas retardadoras de chama foram formadas pela combinação de um polímero estirênico obtido pela “Dow Chemical Corporation” e comercializada sob o nome “Styron 680”, um polímero estirênico comumente usado em aplicações de espuma de poliestireno, com CCDFB dicumil, o nome comercial para dicumil-(2,3-dimetil,2,3-difenilbutano 20 CAS # 1889-67-4) vendido pela “Peroxid Chemie GMBH”, e um hidrotalcito, DHT-4A.

Deve ser notado que todos as quantidades dos componentes na tabela 5 representadas em percentuais de peso baseados no peso total das formulações 25 poliméricas retardadoras de chama.

Tabela 5

Número da formulação	1163	1164	1165	1166	1167	1168
“Styron 680”	96,29	96,19	96,09	95,89	95,99	95,89
RC	3,71	3,71	3,71	3,71	3,71	3,71

DHT-4A		0,1	0,2	0,2	0,3	0,4
CCDFB				0,2		
ILO	25,6	26,6	26,1	27,6	25,4	25

Como mostrado na tabela 5, conforme a quantidade de hidrotalcito na formulação polimérica retardadora de chama aumenta, o ILO das formulações poliméricas retardadoras de chama começam a aumentar, mas depois decrescem. De fato, quando o nível aumenta acima de 0,3% em peso, o ILO da formulação 5 polimérica retardadora de chama é realmente pior do que o ILO de uma formulação polimérica retardadora de chama contendo apenas RC. Assim, o inventor revelou aqui que há uma quantidade preferida de hidrotalcito.

Além disso, o inventor revelou aqui que a combinação de hidrotalcito e dicumil fornece uma melhoria no ILO em relação a formulação polimérica retardadora 10 de chama contendo apenas RC e também em relação a contendo a mesma quantidade de hidrotalcito. O inventor atribui esta melhora a um efeito sinergístico entre o hidrotalcito e dicumil.

## REIVINDICAÇÕES

1. Composição retardadora de chama que apresenta aumentada estabilidade térmica e eficiência retardadora de chama numa espuma de poliestireno extrusada, CARACTERIZADA por compreender:

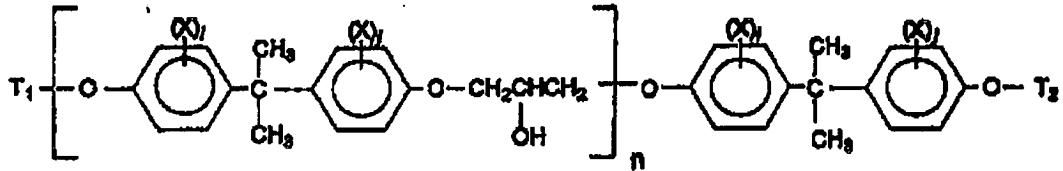
5 a) na faixa de cerca de 60% em peso a cerca de 95% em peso baseado na composição retardadora de chama do retardador de chama I;

10 b) na faixa de cerca de 1% em peso a cerca de 40% em peso, baseado na composição retardadora de chama, de um componente (A) selecionado entre i) zeólitos naturais, ii) zeólitos sintéticos, iii) epóxidos aromáticos halogenados, iv) oligômeros epóxi halogenados, v) oligômeros epóxi não-halogenados, vi) hidrotalcitos e vii) misturas de i)-vi); e opcionalmente

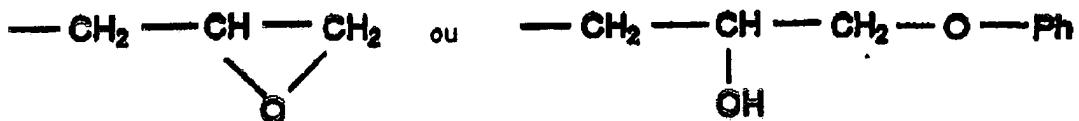
15 c) um sinergista selecionado entre (i) compostos de antimônio, (ii) compostos de estanho; (iii) compostos de molibdênio; (iv) compostos de zircônio; (v) compostos de boro; (vi); hidrotalcitos; (vii) talco; (viii) dicumilperóxido; (ix) dicumila; (x) antioxidantes fenólicos bloqueados; (xi) estabilizadores leves; e (xii) misturas de (i)-(xi).

2. Composição retardadora de chama de acordo com a reivindicação

1, CARACTERIZADA pelo componente (A) ser um composto epóxi selecionado entre os epóxidos aromáticos halogenados representados pela fórmula (I):



20 onde X representa, independentemente, um átomo de cloro ou bromo; i e j cada um representa um inteiro de 1 a 4; n representa um grau médio de polimerização na faixa de 0,01 a 100, e T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub> são independentemente selecionados entre:



onde Ph representa um grupo fenil halogenado substituído ou não substituído, e em que o anel é substituído por pelo menos um átomo de cloro ou bromo.

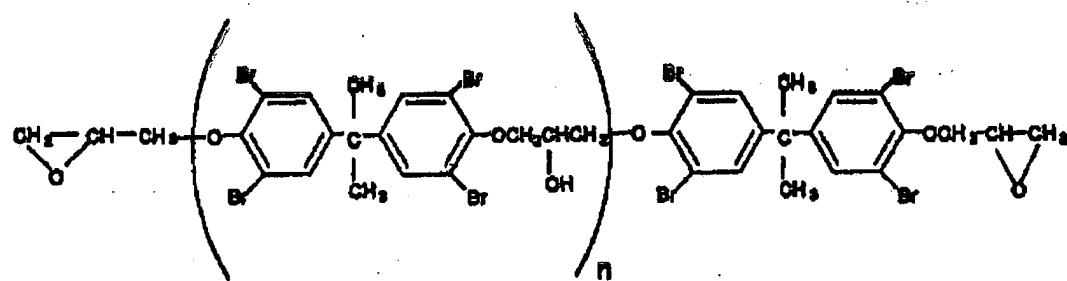
3. Composição retardadora de chama de acordo com a reivindicação  
 2, CARACTERIZADA pelos epóxidos aromático halogenados serem selecionados a partir de diglicidil éteres de bisfenol-A halogenado, em que cerca de 2 a cerca de 4 átomos de halogênio são substituídos na porção bisfenol-A e os átomos de halogênio são cloro, bromo, e misturas destes.

4. Composição retardadora de chama de acordo com a reivindicação  
 3, CARACTERIZADA pelos átomos de halogênio serem todos átomos de bromo.

- 10 5. Composição retardadora de chama de acordo com a reivindicação  
 1, CARACTERIZADA pelo componente (A) ser um composto epóxi selecionado a partir de oligômeros epóxi halogenados.

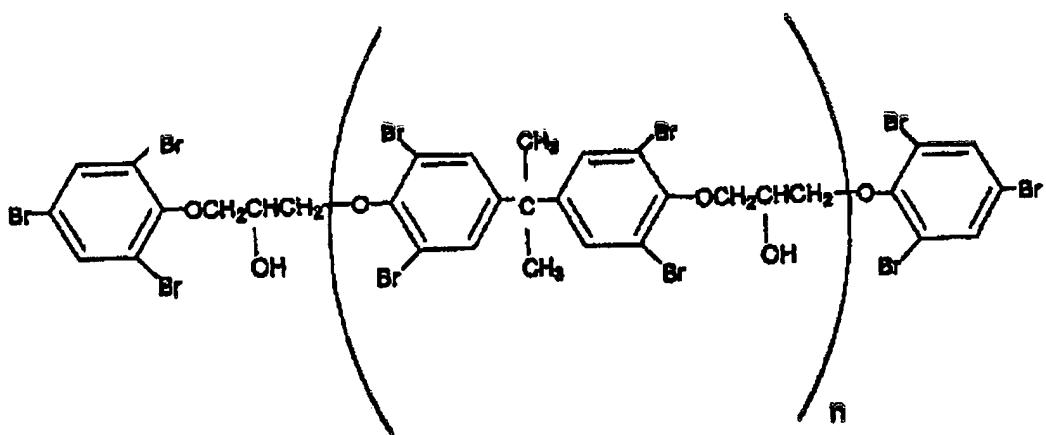
6. Composição retardadora de chama de acordo com a reivindicação  
 5, CARACTERIZADA pelo dito oligômero epóxi halogenado ser pelo menos um entre:

- a) uma resina epóxi de bisfenol-A bromado representada pela fórmula (II):



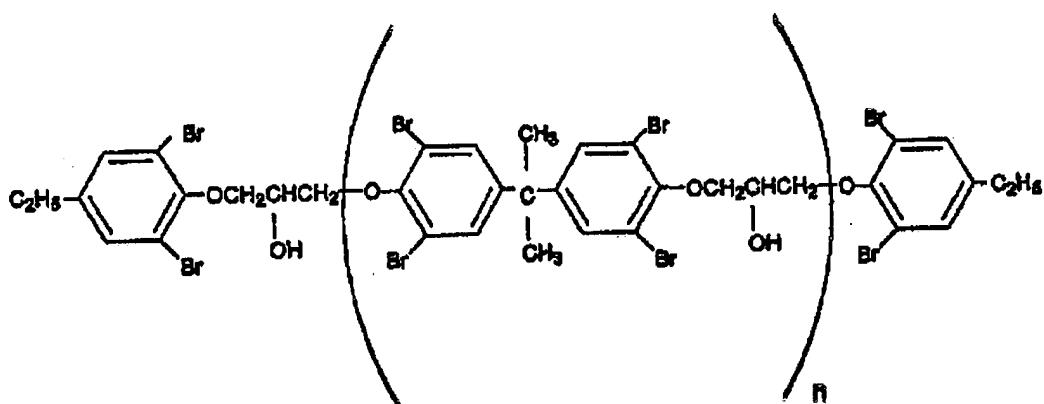
onde n representa um grau médio de polimerização na faixa de 0,5 a 100.

- 20 b) um oligômero epóxi halogenado representado pela fórmula (III):



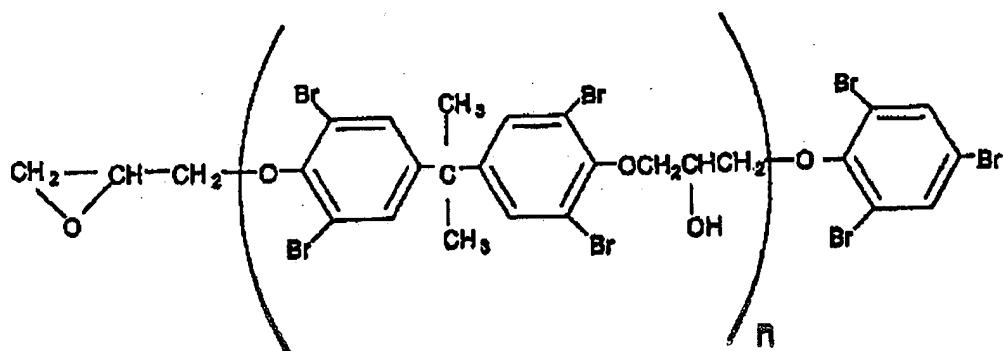
Onde  $n$  representa um grau médio de polimerização na faixa de 0,5 a 100.

c) um oligômero epóxi halogenado representado pela fórmula (IV):



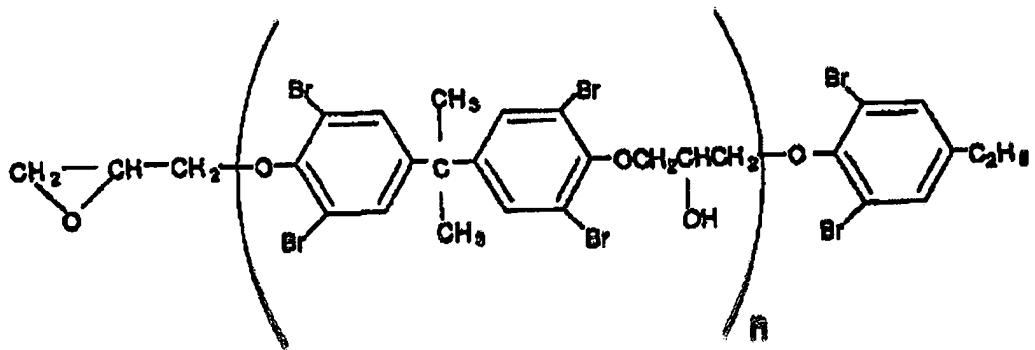
onde  $n$  representa um grau médio de polimerização na faixa de 0,5 a 100.

5 d) uma resina epóxi bisfenol-A bromada em que o polímero possui um agente bloqueador em um terminal e é representado pela fórmula (V):



onde  $n$  representa um grau médio de polimerização na faixa de 0,5 a 100.

e) uma resina epóxi bisfenol-A bromada em que o polímero possui um agente bloqueador em um terminal e é representado pela fórmula (VI):



onde n representa um grau médio de polimerização na faixa de 0,5 a 100.

7. Composição retardadora de chama de acordo com as reivindicações  
 5 2 a 6, CARACTERIZADA pelos (i) compostos de antimônio serem selecionados entre trióxido de antimônio, tetróxido de antimônio, pentóxido de antimônio, e antimonato de sódio; o (ii) compostos de estanho serem selecionados entre óxido de estanho e hidróxido de estanho; (iii) os compostos de molibdênio serem selecionados entre óxido de molibdênio e amônio molibdênio; (iv) os compostos de zircônio serem selecionados entre óxido de zircônio e hidróxido de zircônio; e o (v) compostos de boro serem selecionados entre borato de zinco e metaborato de bário.

8. Composição retardadora de chama de acordo com a reivindicação  
 1, CARACTERIZADA pelo componente (A) ser um zeólito natural ou sintético.

9. Composição retardadora de chama de acordo com a reivindicação  
 15 1, CARACTERIZADA pelo componente (A) ser um oligômero epóxi não halogenado.

10. Composição retardadora de chama de acordo com a reivindicação  
 8, CARACTERIZADA pelo dito zeólito sintético ser selecionado entre Zeolina e Zeólito A.

20 11. Composição retardadora de chama de acordo com a reivindicação  
 9, CARACTERIZADA pelo dito oligômero epóxi não halogenado ser selecionado entre aqueles que apresentam a fórmula (I) até (VI) onde os átomos de Br das fórmulas (I) até (VI) foram substituídos por átomos de hidrogênio.

12. Composição retardadora de chama de acordo com as reivindicações 1, 2 ou 6, CARACTERIZADA pela dita composição retardadora de chama incluir o dito sinergista.

13. Composição retardadora de chama de acordo com a reivindicação  
5 12, CARACTERIZADA pelo dito sinergista ser dicumil.

14. Composição retardadora de chama de acordo com a reivindicação  
1, CARACTERIZADA pelo componente (A) ser selecionado entre a) hidrotalcito,  
b) resinas epóxi bisfenol-A bromadas representadas pela fórmula (II) e c) misturas  
destes.

10 15. Composição retardadora de chama de acordo com a reivindicação  
13, CARACTERIZADA pelo componente (A) ser selecionado entre a) hidrotalcito,  
b) resinas epóxi bisfenol-A bromadas representadas pela fórmula (II) e c) misturas  
destes.

16. Composição retardadora de chama de acordo com a reivindicação  
15 12, CARACTERIZADA pelo dito sinergista estar presente numa quantidade na  
faixa de cerca de 0,01 a cerca de 5% em peso, baseado no peso da composição  
retardadora de chama.

17. Composição retardadora de chama de acordo com a reivindicação  
13, CARACTERIZADA pelo dito sinergista estar presente numa quantidade na  
20 faixa de cerca de 0,1 a cerca de 0,5% em peso, baseado no peso da composição  
retardadora de chama.

18. Composição retardadora de chama de acordo com a reivindicação  
16, CARACTERIZADA pela razão do sinergista com a quantidade total de  
retardador de chama I estar na faixa de cerca de 1:1 a cerca de 1:7.

25 19. Composição retardadora de chama de acordo com a reivindicação  
17, CARACTERIZADA pela razão do sinergista com a quantidade total de  
retardador de chama I estar na faixa de cerca de 1:2 a cerca de 1:4.

20. Composição retardadora de chama de acordo com a reivindicação  
30 12, CARACTERIZADA pelo componente (A) estar presente numa quantidade na  
faixa de cerca de 1 a cerca de 25% em peso, baseado no peso da composição

retardadora de chama.

21. Composição retardadora de chama de acordo com a reivindicação 12, CARACTERIZADA pelo componente (A) estar presente numa quantidade na faixa de cerca de 1 a cerca de 15% em peso, baseado no peso da composição 5 retardadora de chama.

22. Composição retardadora de chama de acordo com a reivindicação 17, CARACTERIZADA pelo componente (A) estar presente numa quantidade na faixa de cerca de 2 a cerca de 6% em peso, baseado no peso da composição retardadora de chama.

10 23. Formulação polimérica retardadora de chama,  
CARACTERIZADA por compreender:

a) mais do que cerca de 50% em peso de espuma de poliestireno extrusada, com base no peso da formulação polimérica retardadora de chama, e

15 b) uma quantidade de retardador de chama de uma composição retardadora de chama compreendendo:

1) cerca de 60% em peso a cerca de 95% em peso baseado na composição retardadora de chama de um N-2,3-dibromopropil-4,5-dibromohexilftalimida;

20 2) cerca de 1% em peso a cerca de 40% em peso, baseado na composição retardadora de chama, de um componente (A) selecionado entre i) zeólitos naturais, ii) zeólitos sintéticos, iii) epóxidos aromáticos halogenados, iv) oligômeros epóxi halogenados, v) oligômeros epóxi não-halogenados, vi) hidrotalcitos e vii) misturas de i)-vi); e opcionalmente

25 3) um sinergista selecionado entre (i) compostos de antimônio, (ii) compostos de estanho; (iii) compostos de molibdênio; (iv) compostos de zircônio; (v) compostos de boro; (vi); hidrotalcitos; (vii) talco; (viii) dicumilperóxido; (ix) dicumila; (x) antioxidantes fenólicos bloqueados; (xi) estabilizadores leves; e (xii) misturas de (i)-(xi).

30 24. Formulação polimérica retardadora de chama de acordo com a reivindicação 23, CARACTERIZADA pela dita formulação polimérica retardadora

de chama compreender mais do que cerca de 75% em peso, baseado no peso da formulação polimérica retardadora de chama, espuma de poliestireno extrusada.

25. Formulação polimérica retardadora de chama de acordo com a reivindicação 23, CARACTERIZADA pela dita formulação polimérica retardadora de chama compreender cerca de 90% em peso a cerca de 99,5% em peso de espuma de poliestireno extrusada, baseado no peso da formulação polimérica retardadora de chama.

10 26. Formulação polimérica retardadora de chama de acordo com a reivindicação 23, CARACTERIZADA pela dita quantidade de retardador de chama estar naquela quantidade de composição retardadora de chama suficiente para fornecer espécies de teste das formulações poliméricas retardadoras de chama que podem alcançar uma taxa de teste UL94 de pelo menos V-2 com espécies com 1/8 polegadas de espessura ou um teste DIN 4102 de pelo menos B2 para uma espécie de 10mm de espessura (para EPS e XPS).

15 27. Formulação polimérica retardadora de chama de acordo com a reivindicação 23, CARACTERIZADA pela dita quantidade de retardador de chama estar naquela quantidade necessária para fornecer um teor de halogênio total da formulação polimérica retardadora de chama na faixa de cerca de 0,3 a cerca de 10% em peso, baseado no peso da formulação polimérica retardadora de chama.

20 28. Formulação polimérica retardadora de chama de acordo com a reivindicação 23, CARACTERIZADA pela dita quantidade de retardador de chama estar na faixa de cerca de 0,01% em peso a cerca de 50% em peso com base no peso da formulação polimérica retardadora de chama.

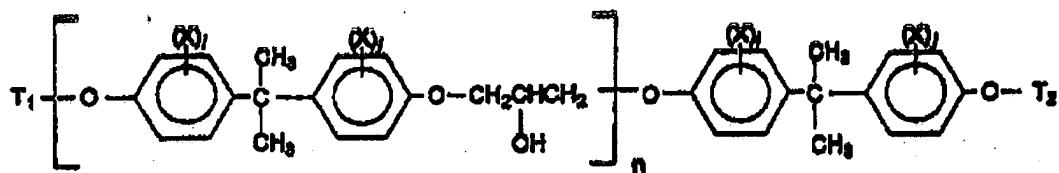
25 29. Formulação polimérica retardadora de chama de acordo com a reivindicação 24, CARACTERIZADA pela dita quantidade de retardador de chama estar na faixa de cerca de 0,01% em peso a cerca de 25% em peso com base no peso da formulação polimérica retardadora de chama.

30 30. Formulação polimérica retardadora de chama de acordo com a reivindicação 24, CARACTERIZADA pela dita quantidade de retardador de chama estar na faixa de cerca de 0,5% em peso a cerca de 7% em peso com base no peso da

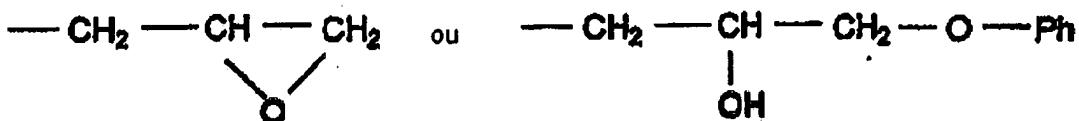
formulação polimérica retardadora de chama.

31. Formulação polimérica retardadora de chama de acordo com a reivindicação 23, CARACTERIZADA pela dita formulação polimérica retardadora de chama ainda compreender auxiliares de extrusão tais como estearato de bário ou estearato de cálcio, organoperóxidos, corantes, pigmentos, enchimentos, estabilizadores térmicos, antioxidantes, agentes anti-estáticos, agentes de reforço, limpadores ou desativadores de metal, modificadores de impacto, auxiliares de processamento, auxiliares de retirada do molde, lubrificantes, agentes anti-bloqueadores, outros retardadores de chama, estabilizadores de UV, plastificantes, auxiliares de fluxo, agentes de nucleação tais como silicato de cálcio ou índigo, e similares.

32. Formulação polimérica retardadora de chama de acordo com a reivindicação 30, CARACTERIZADA pelo componente (A) da dita composição retardadora de chama ser um composto epóxi selecionado entre os epóxidos aromáticos halogenados representados pela fórmula (I):



onde X representa, independentemente, um átomo de cloro ou bromo; i e j cada um representa um inteiro de 1 a 4; n representa um grau médio de polimerização na faixa de 0,01 a 100, e T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub> são independentemente selecionados entre:

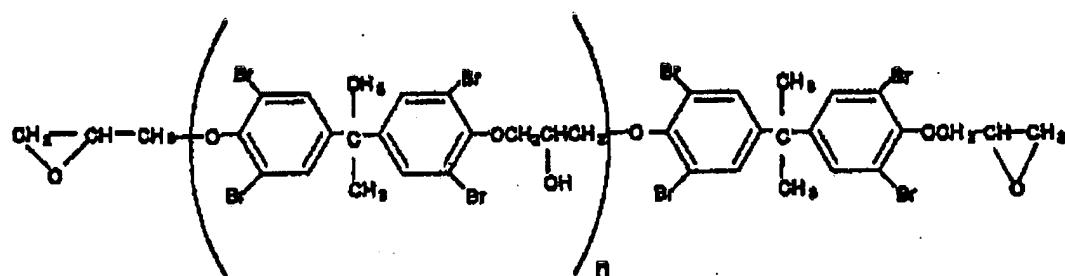


20 onde Ph representa um grupo fenil halogenado substituído ou não substituído, e em que o anel é substituído por pelo menos um átomo de cloro ou bromo.

33. Formulação polimérica retardadora de chama de acordo com a reivindicação 32, CARACTERIZADA pelos ditos epóxidos aromáticos halogenados serem selecionados a partir de diglicidil éteres de bisfenol-A halogenado, em que cerca de 2 a cerca de 4 átomos de halogênio são substituídos na porção bisfenol-A e os átomos de halogênio são cloro, bromo, e misturas destes.

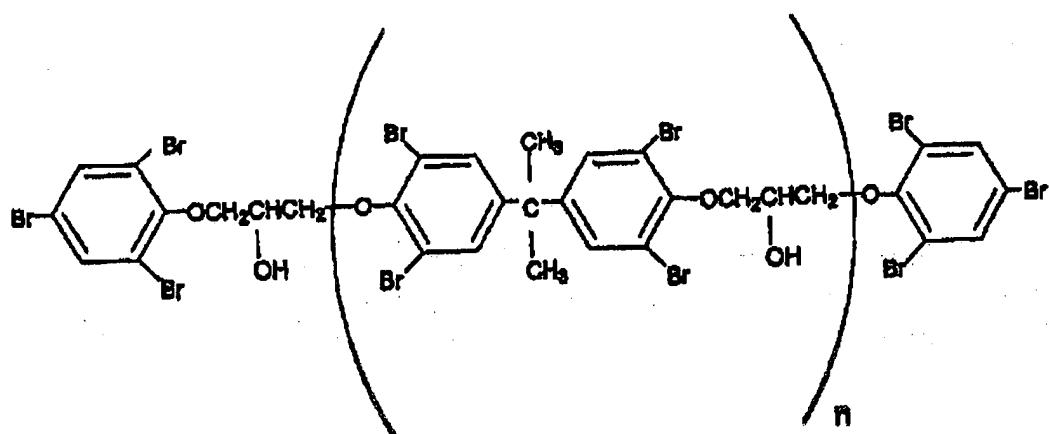
5 34. Formulação polimérica retardadora de chama de acordo com a reivindicação 23, CARACTERIZADA pelo componente (A) ser um composto epóxi selecionado a partir de oligômeros epóxi halogenados, os ditos oligômeros epóxi halogenados são selecionados pelo menos um entre:

- 10 a) uma resina epóxi de bisfenol-A bromada representada pela fórmula (II):



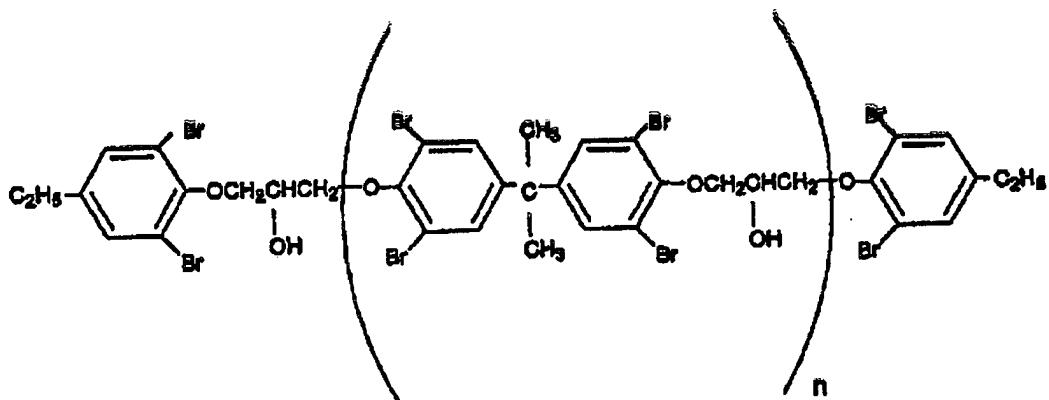
onde n representa um grau médio de polimerização na faixa de 0,5 a 100.

- b) um oligômero epóxi halogenado representado pela fórmula (III):



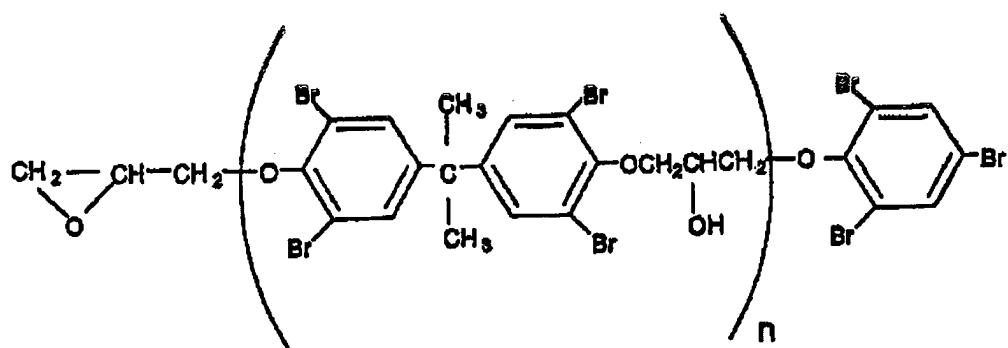
Onde n representa um grau médio de polimerização na faixa de 0,5 a 100.

c) um oligômero epóxi halogenado representado pela fórmula (IV):



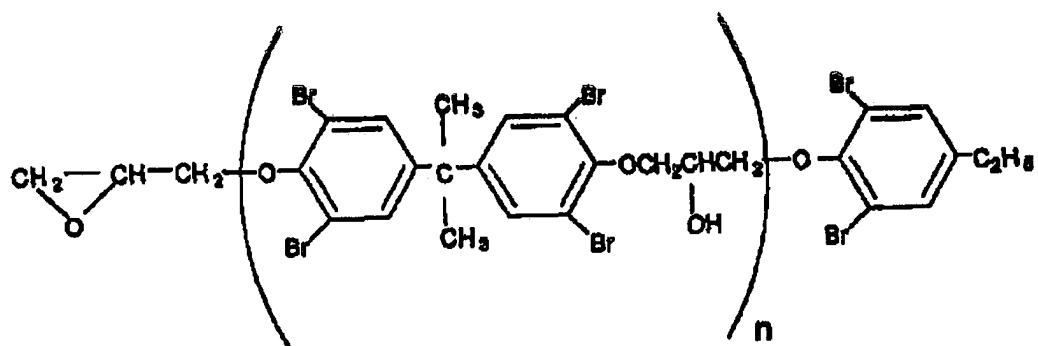
onde n representa um grau médio de polimerização na faixa de 0,5 a 100.

d) uma resina epóxi bisfenol-A bromada em que o polímero possui um agente bloqueador em um terminal e é representado pela fórmula (V):



5 onde n representa um grau médio de polimerização na faixa de 0,5 a 100.

e) uma resina epóxi bisfenol-A bromada em que o polímero possui um agente bloqueador em um terminal e é representado pela fórmula (VI):



onde n representa um grau médio de polimerização na faixa de 0,5 a 100.

35. Formulação polimérica retardadora de chama de acordo com a reivindicação 23, CARACTERIZADA pelo componente (A) ser um zeólito natural ou sintético ou um oligômero epóxi não halogenado.

5 36. Formulação polimérica retardadora de chama de acordo com a reivindicação 34, CARACTERIZADA pelo dito oligômero epóxi não halogenado ser selecionado entre aqueles que apresentam a fórmula (I) até (VI) onde os átomos de Br das fórmulas (I) até (VI) foram substituídos por átomos de hidrogênio.

10 37. Formulação polimérica retardadora de chama de acordo com as reivindicações 23, 32 ou 34, CARACTERIZADA pela dita composição retardadora de chama incluir o dito sinergista.

38. Composição retardadora de chama de acordo com a reivindicação 37, CARACTERIZADA pelo dito sinergista ser dicumil.

15 39. Composição retardadora de chama de acordo com a reivindicação 37, CARACTERIZADA pelo componente (A) ser selecionado entre a) hidrotalcito, b) resinas epóxi bisfenol-A bromadas representadas pela fórmula (II) e c) misturas destes, em que o componente (A) está presente numa quantidade na faixa de cerca de 1 a cerca de 25% em peso, baseado no peso da composição retardadora de chama.

20 40. Composição retardadora de chama de acordo com a reivindicação 38, CARACTERIZADA pelo componente (A) ser selecionado entre a) hidrotalcito, b) resinas epóxi bisfenol-A bromadas representadas pela fórmula (II) e c) misturas destes, em que o componente (A) está presente numa quantidade na faixa de cerca de 1 a cerca de 15% em peso, baseado no peso da composição retardadora de chama.

25 41. Composição retardadora de chama de acordo com a reivindicação 37, CARACTERIZADA pelo dito sinergista estar presente numa quantidade na faixa de cerca de 0,01 a cerca de 5% em peso, baseado no peso da composição retardadora de chama I.

30 42. Composição retardadora de chama de acordo com a reivindicação 40, CARACTERIZADA pelo dito sinergista estar presente numa quantidade na faixa de cerca de 0,1 a cerca de 0,5% em peso, baseado no peso da composição retardadora de chama.

43. Composição retardadora de chama de acordo com a reivindicação 37, CARACTERIZADA pelo componente A ser hidrotalcito e o componente A estar presente numa quantidade na faixa de cerca de 2 a cerca de 6% em peso, com 5 base no peso da composição retardadora de chama.

44. Composição retardadora de chama de acordo com a reivindicação 38, CARACTERIZADA pelo componente A ser hidrotalcito e o componente A estar presente numa quantidade na faixa de cerca de 2 a cerca de 6% em peso, com base no peso da composição retardadora de chama.

10 45. Processo para fabricar um produto de poliestireno extrusado retardador de chama moldado, CARACTERIZADO por compreender misturar poliestireno, um agente de expansão, e uma composição retardadora de chama de acordo com a presente invenção para formar um produto misturado e extrusar a mistura do produto através de um molde, a dita composição retardadora de chama 15 compreendendo:

a) na faixa de cerca de 60% em peso a cerca de 95% em peso baseado na composição retardadora de chama de N-2,3-dibromopropil-4,5-dibromohexahidroftalimida;

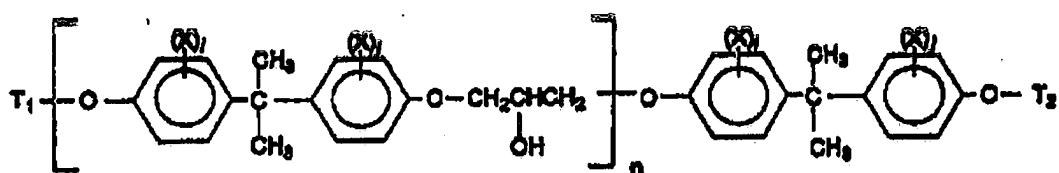
20 b) na faixa de cerca de 1% em peso a cerca de 40% em peso, baseado na composição retardadora de chama, de um componente (A) selecionado entre i) zeólitos naturais, ii) zeólitos sintéticos, iii) epóxidos aromáticos halogenados, iv) oligômeros epóxi halogenados, v) oligômeros epóxi não-halogenados, vi) hidrotalcitos e vii) misturas de i)-vi); e opcionalmente

25 c) um sinergista selecionado entre (i) compostos de antimônio, (ii) compostos de estanho; (iii) compostos de molibdênio; (iv) compostos de zircônio; (v) compostos de boro; (vi); hidrotalcitos; (vii) talco; (viii) dicumilperóxido; (ix) dicumila; (x) antioxidantes fenólicos bloqueados; (xi) estabilizadores leves; e (xii) misturas de (i)-(xi).

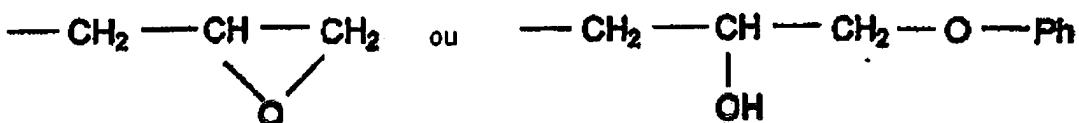
30 46. Processo de acordo com a reivindicação 45, CARACTERIZADO pelos auxiliares de extrusão tais como estearato de bário ou estearato de cálcio,

organoperóxidos, corantes, pigmentos, enchimentos, estabilizadores térmicos, antioxidantes, agentes anti-estáticos, agentes de reforço, limpadores ou desativadores de metal, modificadores de impacto, auxiliares de processamento, auxiliares de retirada do molde, lubrificantes, agentes anti-bloqueadores, outros retardadores de chama, estabilizadores de UV, plastificantes, auxiliares de fluxo, agentes de nucleação tais como silicato de cálcio ou índigo, e similares são também usados na produção da dita mistura do produto.

5        47. Processo de acordo com a reivindicação 45, **CARACTERIZADO**  
           pelo componente (A) da dita composição retardadora de chama ser um composto  
 10      epóxi selecionado entre os epóxidos aromáticos halogenados representados pela  
           fórmula (I):



onde X representa, independentemente, um átomo de cloro ou bromo; i e j cada um representa um inteiro de 1 a 4; n representa um grau médio de polimerização na faixa de 0,01 a 100, e T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub> são independentemente selecionados entre:



15        onde Ph representa um grupo fenil halogenado substituído ou não substituído, e em que o anel é substituído por pelo menos um átomo de cloro ou bromo.

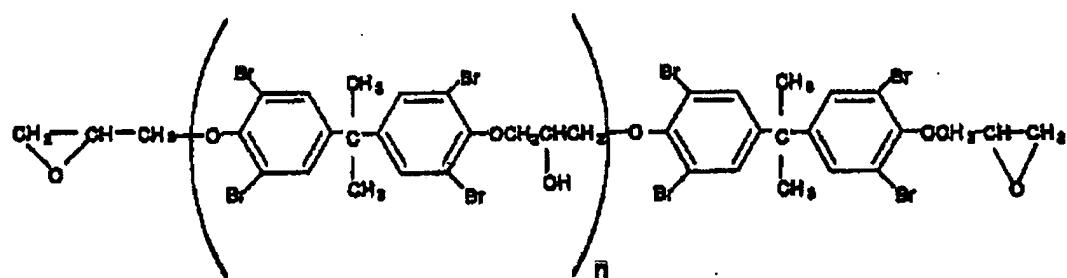
48. Processo de acordo com a reivindicação 47, **CARACTERIZADO**  
           pelos ditos epóxidos aromáticos halogenados serem selecionados a partir de diglicidil  
           éteres de bisfenol-A halogenado, em que cerca de 2 a cerca de 4 átomos de halogênio  
 20      são substituídos na porção bisfenol-A e os átomos de halogênio são cloro, bromo, e  
           misturas destes.

49. Processo de acordo com a reivindicação 45, **CARACTERIZADO**

pelo componente (A) ser um composto epóxi selecionado entre oligômeros epóxi halogenados, os ditos oligômeros epóxi halogenados selecionados entre pelo menos um de:

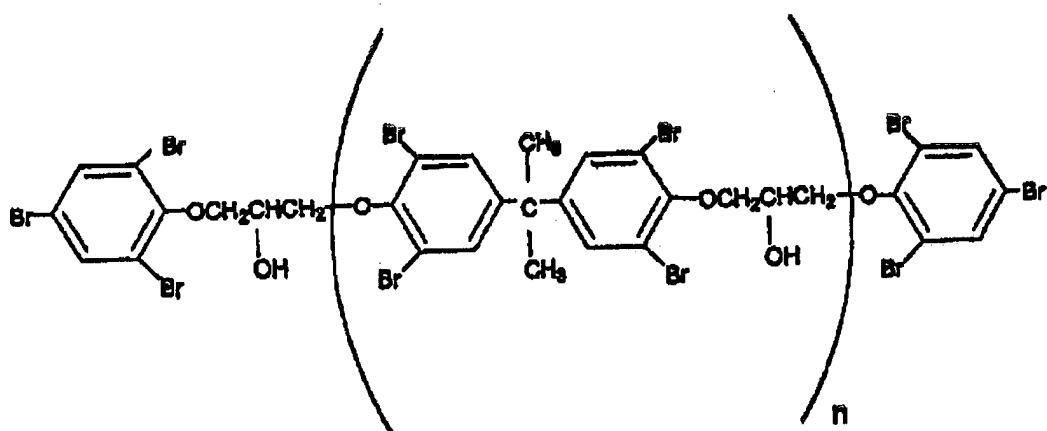
a) uma resina epóxi de bisfenol-A bromada representada pela fórmula

5 (II):



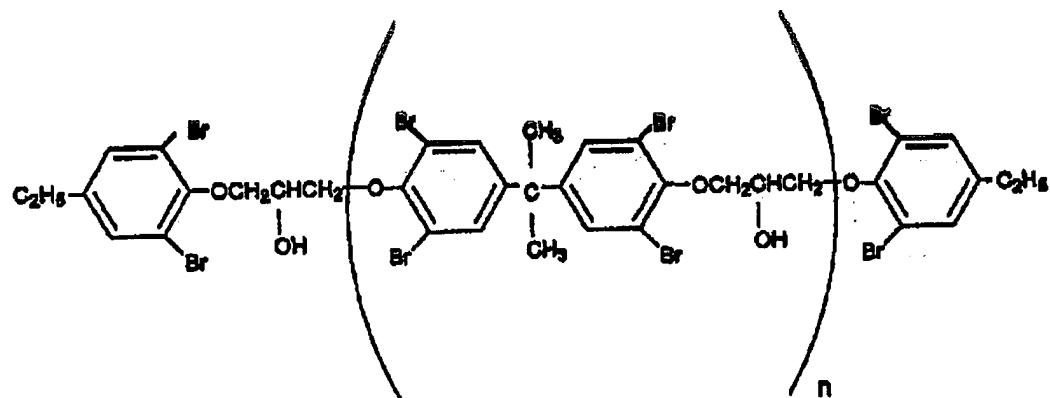
onde n representa um grau médio de polimerização na faixa de 0,5 a 100.

b) um oligômero epóxi halogenado representado pela fórmula (III):



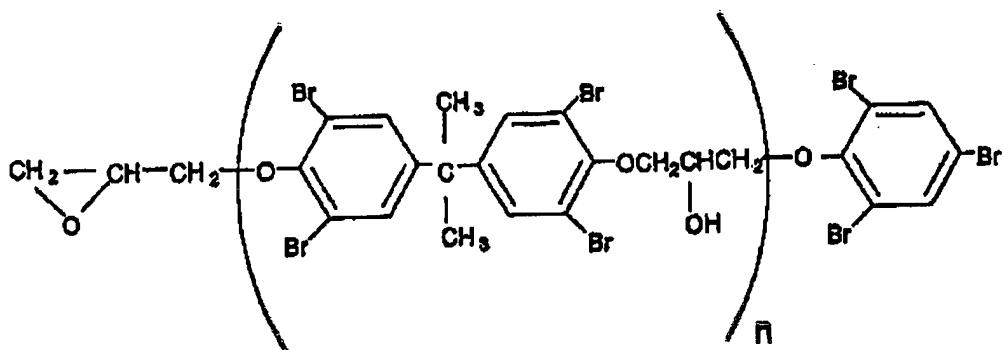
onde n representa um grau médio de polimerização na faixa de 0,5 a 100.

10 c) um oligômero epóxi halogenado representado pela fórmula (IV):



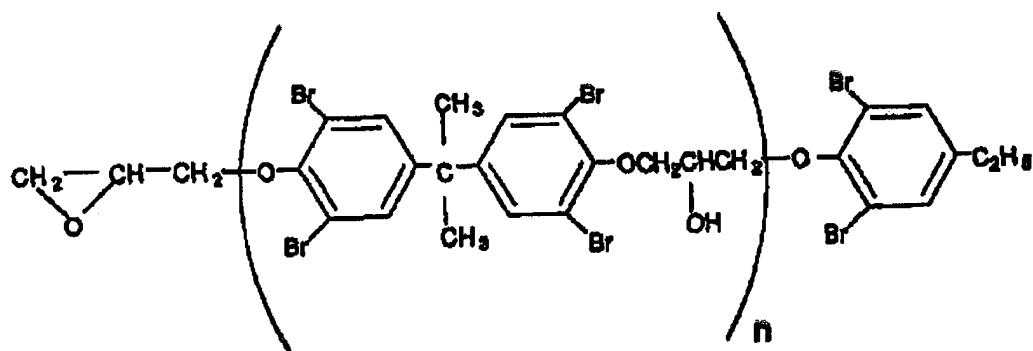
onde n representa um grau médio de polimerização na faixa de 0,5 a 100.

d) uma resina epóxi bisfenol-A bromada em que o polímero possui um agente bloqueador em um terminal e é representado pela fórmula (V):



onde n representa um grau médio de polimerização na faixa de 0,5 a 100.

5 e) uma resina epóxi bisfenol-A bromada em que o polímero possui um agente bloqueador em um terminal e é representado pela fórmula (VI):



onde n representa um grau médio de polimerização na faixa de 0,5 a 100.

50. Processo de acordo com a reivindicação 45, **CARACTERIZADO**  
pelo componente (A) ser um zeólito natural ou sintético ou um oligômero epóxi não  
10 halogenado.

51. Processo de acordo com a reivindicação 49, **CARACTERIZADO**  
pelo dito oligômero epóxi não halogenado ser selecionado entre aqueles que  
apresentam a fórmula (I) até (VI) onde os átomos de Br das fórmulas (I) até (VI)  
foram substituídos por átomos de hidrogênio.

15 52. Processo de acordo com as reivindicações 45, 47 ou 49,  
**CARACTERIZADO** pela dita composição retardadora de chama incluir o dito

sinergista.

53. Processo de acordo com a reivindicação 52, CARACTERIZADO  
pelo dito o sinergista ser dicumil.

54. Processo de acordo com a reivindicação 52, CARACTERIZADO  
pelo componente (A) ser selecionado entre a) hidrotalcito, b) resinas epóxi bisfenol-A bromadas representadas pela fórmula (II) e c) misturas destes, em que o componente (A) está presente numa quantidade na faixa de cerca de 1 a cerca de 25% em peso, baseado no peso do retardador de chama.

10 55. Processo de acordo com a reivindicação 53, CARACTERIZADO  
pelo componente (A) ser selecionado entre a) hidrotalcito, b) resinas epóxi bisfenol-A bromadas representadas pela fórmula (II) e c) misturas destes, em que o componente (A) está presente numa quantidade na faixa de cerca de 1 a cerca de 15% em peso, baseado no peso do retardador de chama.

**RESUMO**

**“COMPOSIÇÃO RETARDADORA DE CHAMA QUE EXIBE ESTABILIDADE TÉRMICA E PROPRIEDADES RETARDADORAS DE CHAMA SUPERIORES EM POLIESTIRENO EXTRUSADO E USO DESTA”**

5 A presente invenção se refere a uma composição retardadora de chama que exibe estabilidade térmica e propriedades retardadoras de chama superiores e seus usos.