

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

(21) **PI 0713310-3 A2**

(22) Data de Depósito: 21/06/2007
(43) Data da Publicação: 06/03/2012
(RPI 2148)



(51) *Int.Cl.:*
C08J 9/00

(54) Título: AUMENTADORES DE TAMANHO DE CÉLULA PARA ESPUMAS DE POLIESTIRENO

(30) Prioridade Unionista: 22/06/2006 US 11/472.772

(73) Titular(es): Owens Corning Intellectual Capital, LLC

(72) Inventor(es): Bharat Patel, Manoj K. Choudhary, Mitchell Z. Weekly, Raymond M. Breindel, Roland Loh, Yadollah Delaviz

(74) Procurador(es): NELLIE ANNE DAIEL-SHORES

(86) Pedido Internacional: PCT US2007014491 de 21/06/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/149538 de 27/12/2007

(57) Resumo: AUMENTADORES DE TAMANHO DE CÉLULA PARA ESPUMAS DE POLIESTIRENO São apresentadas espumas poliméricas estrusadas que contêm agentes de aumento de tamanho de célula. A composição da invenção inclui um material polimérico espumável, pelo menos um agente de sopro, e pelo menos um agente aumentador de tamanho de célula. O agente de sopro utilizado na composição da invenção, de preferência, é escolhido de tal forma que a composição tenha uma eliminação zero de ozônio e um potencial baixo de aquecimento global. Exemplos incluem quaisquer agentes de sopro inorgânicos e/ou clorofluorcarbonos não hidrogenados (não-HCTFs). O material polimérico espumável, de preferência, é poliestireno. O agente aumentador de tamanho de célula poderá ser escolhido de vinil acetato de etileno (EVA) e/ou metil acrilato de etileno (EMA). O agente aumentador de tamanho de célula permite a formação de uma espuma com tamanhos grandes de células que são desejáveis para se conseguir um alto valor de isolamento e para otimizar as propriedades físicas do produto espumado. Além disso, o agente de aumento de tamanho de célula produz um tamanho de célula aumentado no produto espumado sem prejudicar as propriedades físicas e térmicas.



"AUMENTADORES DE TAMANHO DE CÉLULA PARA ESPUMAS DE POLIESTIRENO"

CAMPO TÉCNICO E APLICAÇÃO INDUSTRIAL DA INVENÇÃO

5 A invenção atual refere-se genericamente a produtos espumados estrusados, e mais especialmente, a espumas poliméricas que têm um tamanho de célula médio aumentado e não possuem nenhum potencial de eliminação de ozônio e um baixo potencial de aquecimento global. É também apresentado um método de formação de tais espumas poliméricas.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

10 As estruturas resinosas espumadas são úteis em uma larga variedade de aplicações, tais como para isolamento térmico, em alcochoados, como embalagem, e como adsorventes. As espumas estrusadas geralmente são feitas fundindo-se um polímero juntamente com quaisquer aditivos desejados para a criação de um fundido polimérico. Um agente de sopro é misturado com o fundido polimérico em uma temperatura e pressão apropriados para a produção de uma mistura de gel espumável. A mistura de gel espumável é então
15 resfriada e estrusada em uma zona de pressão reduzida, que resulta em uma espumação do gel e a formação do produto espumado estrusado desejado.

Agentes de sopro tradicionais utilizados para produtos de espuma estrusada incluem clorofluorcarbonos (CFCs) e hidroclorofluorcarbonos (HCFCs). Uma das vantagens de
20 ambos os agentes de sopro CFC e HCFC é a sua alta solubilidade em um fundido polimérico durante o processo de fabricação. A solubilidade elevada do agente de sopro promove uma redução na viscosidade quando o agente de sopro é misturado com o fundido polimérico. Por seu lado, a baixa viscosidade leva a requisitos mais baixos de energia para a mistura. Por outro lado, uma grande desvantagem destes agentes de sopro tradicionais é que um
25 número crescente de Governos a nível mundial determinaram a eliminação dos agentes de sopro CFC e HCFC devido às preocupações ambientais crescentes. Os CFCs, e vários outros halocarbonetos, foram reconhecidos como riscos globais ambientais sérios devido a sua habilidade de provocar a redução estratosférica de ozônio e o aquecimento global. A eliminação do ozônio e o impacto do aquecimento global de produtos químicos, tais como CFCs
30 e HCFCs, são medidos pelo potencial de eliminação de ozônio (ODP) e pelo potencial global de aquecimento (GWP), respectivamente.

Em vista do banimento obrigatório de agentes de sopro com ODP elevado e GWP elevado, tem havido um movimento para substituir os agentes de sopro convencionais em favor de agentes de sopro mais amistosos ao meio ambiente, tais como os hidrofluorcarbonos (HFCs) e o CO₂ em aplicações de espumas isolantes. Apesar dos HCFCs produzirem
35 uma barreira térmica superior, comparada com o CO₂, o cloro presente nos HCFCs ainda possui um pequeno potencial de eliminação de ozônio. Adicionalmente, ao longo do tempo,

a fase gasosa de clorofluorcarbonetos na espuma é liberada para a atmosfera, dessa forma reduzindo o valor de isolamento da espuma e contribuindo potencialmente para o potencial de aquecimento global. Além disso, cada um dos agentes de sopro não convencionais leva a um tamanho e a uma morfologia de célula diferente, dependendo do agente de sopro específico escolhido. Infelizmente, os tamanhos de célula da espuma produzida por estes agentes de sopro geralmente ambientalmente amigáveis são muito pequenos para produzirem um valor aceitável de isolamento para o produto espumado.

Anteriormente, houveram tentativas na arte para a utilização de agentes de sopro mais ambientalmente amigáveis ou para modificar os agentes de sopro HCFC convencionais para reduzir o ODP e o GWP da espuma produzida, ao mesmo tempo mantendo o valor de isolamento térmico da espuma. Alguns exemplos destes processos/compostos são descritos abaixo.

A patente americana de número 5.489.407 para Suh et al. descreve um processo para a produção de uma espuma polimérica alquenil aromática de célula fechada que tem um tamanho de célula aumentado. O polímero, de preferência, é o poliestireno. Por razões ambientais, o agente de sopro, de preferência, é um agente de sopro inorgânico como CO₂, nitrogênio, argônio, água, hélio, ou ar. A composição usada para formar a espuma inclui um agente de aumento de tamanho de célula que substancialmente não é de cera. O agente de aumento de tamanho de célula tem estruturas químicas diferentes, e inclui compostos, tais como polietileno glicol e polipropileno glicol com um peso molecular de 1200 ou mais, sais de n-sebo β -amino dipropionato, óxidos de amina, imidaxolina, alcanolamidas de ácido graxo de C₁₂ a C₁₈, cloreto de n-alquil trimetil amônio, álcoois lineares etoxilados, ácido dioctil éster sódio sulfocunico, polioxietileno sorbitan monopalmitato, diglicol laurato, tensoativos flúor-químicos, coco betaina, emulsões aquosas e fluidos de compostos de silicone (por exemplo, dimetil polisiloxano). A composição, opcionalmente poderá conter um agente nucleante (por exemplo, substâncias inorgânicas, tais como talco, argilas, e/ou carbonato de cálcio) para controlar o tamanho das células de espuma.

A patente americana de número 5.912.279 para Hammel et al. apresenta uma espuma de célula fechada e um agente de espumação que utiliza um agente de sopro de halocarboneto contendo hidrogênio (por exemplo, HCFC-22) em combinação com um agente de bloqueio de formação de ligação de hidrogênio (por exemplo, éter, éster, ou cetona orgânicos). A presença do agente de bloqueio reduz a fuga do agente de sopro e a entrada de ar na espuma para manter uma baixa condutividade térmica ao longo de um período de tempo mais longo. Supõe-se que o agente de sopro é capaz de criar ligações do hidrogênio com o agente de sopro, o que reduz dramaticamente a taxa de permeação do agente de sopro de halocarboneto para fora da espuma isolante (dessa forma reduzindo o potencial global de aquecimento).

Hammel et al. apresentam uma espuma resinosa de células fechadas que é formada utilizando-se um agente de sopro de polifluorcarbonetos ambientalmente amigáveis e de baixa permeação. O agente de sopro inclui mais de cerca de 70% em peso de 1,1,2,2-tetrafluoretano (HFC-134). Os restantes 30% em peso são formados de agentes de sopro que são isentos de substituintes halogenados diferentes de flúor. O corpo da espuma poderá ser formado de qualquer resina termoplástica (por exemplo, poliestireno, polietileno, ou polipropileno). Os agentes de sopro, tipicamente, contêm 1 a 2 átomos de carbono e são substancialmente não inflamáveis, possuem um potencial de eliminação de ozônio zero, e um baixo potencial de aquecimento global de halo- carbonetos.

A patente americana de número 6.787.580 para Chonde et al. apresenta uma espuma polimérica multimodal termoplástica termicamente isolante que tem uma distribuição de células grandes e pequenas com uma ausência substancial de água utilizando-se um estabilizante de agente de sopro. Um agente de sopro preferido é escolhido de agentes de sopro que não eliminam o ozônio, tais como, CO₂, hidrocarbonetos, e hidrofluorcarbonetos, mas nenhuma água. O estabilizante de agente de sopro cria domínios de agente de sopro concentrados que produzem células grandes dentro da espuma. As moléculas do agente de sopro que não são associadas com o estabilizante do agente de sopro produzem células pequenas. Estabilizantes de agente de sopro adequados incluem polietileno glicol (PEG) e éteres de PEG, copolímeros aleatórios de poliestireno/anidrido maleico enxertados com óxido de polietileno, e copolímeros aleatórios de poliuretanas enxertadas com etileno glicol. As espumas poderão estar na forma de pranchas ou chapas, e são especialmente úteis como artigos de isolamento térmico, porque elas reconhecidamente possuem valores elevados de isolamento.

Apesar destas tentativas anteriores para a redução do ODP e do GWP, permanece na arte a necessidade de se obter uma espuma polimérica estrusada que tenha um tamanho aumentado de célula, quando são utilizados agentes de sopro diferentes de HCFC, que mantenha as propriedades físicas positivas das espumas convencionais de poliestireno estrusado, e que atenda aos requisitos rígidos para uma redução no potencial global de aquecimento e no potencial de eliminação de ozônio.

RESUMO DA INVENÇÃO

Um objetivo da invenção atual é apresentar uma composição que é utilizada para formar espumas estrusadas tendo um tamanho aumentado de célula. A composição inclui um material polimérico espumável, pelo menos um agente de sopro, e pelo menos um agente de aumento de tamanho de célula. O material polimérico espumável, de preferência, é um material polimérico alquênico aromático, como poliestireno. O material polimérico espumável poderá estar presente na composição em uma quantidade de cerca de 60% a cerca de 95% em peso. O agente de sopro poderá estar presente na composição em uma quantidade de

cerca de 2,0% a cerca de 18,0% em peso e inclui agentes de sopro inorgânicos, agentes de sopro orgânicos, e agentes de sopro químicos. O agente de sopro utilizado na composição da invenção, de preferência, é escolhido de tal forma que a composição tenha uma eliminação zero de ozônio e um potencial baixo de aquecimento global. Exemplos de tais agentes de sopro, incluem qualquer agente de sopro inorgânico e/ou clorofluorcarboneto não hidrogenado (não HCFCs), tais como dióxido de carbono, argônio, água, ar, nitrogênio, e/ou hélio. Deve-se considerar que o agente de sopro utilizado na formulação da invenção não tem um potencial elevado de aquecimento global e tem um potencial de eliminação de ozônio baixo ou zero. O agente de aumento de tamanho de célula poderá estar presente na composição em uma quantidade de cerca de 0,1% a cerca de 10% em peso. Exemplos adequados de agentes de aumento de tamanho de célula usados na composição, incluem vinil acetato de etileno (EVA), metil acrilato de etileno (EMA), copolímero de polietileno etoxilado, polietileno glicol (PEG), e combinações dos mesmos. O agente de aumento de tamanho de célula permite a formação de uma espuma com tamanhos grandes de célula que são desejáveis para se conseguir um alto valor de isolamento (valor R) e para otimizar as propriedades físicas do produto final espumado. Além disso, o agente de aumento de tamanho de célula produz um tamanho de célula aumentado do produto espumado sem perder as propriedades físicas e térmicas de um produto espumado convencional formado sem um agente de aumento de tamanho de célula. Adicionalmente, a composição da invenção poderá conter um agente nucleante em uma quantidade de até cerca de 1,0% em peso, e um agente de retardo de fogo em uma quantidade de até cerca de 1,0% em peso. Aditivos opcionais, tais como agentes plastificantes, pigmentos, elastômeros, auxiliares de extrusão, antioxidantes, cargas, agentes de atenuação de infravermelho, agentes antiestáticos, e/ou absorventes de UV, poderão ser incluídos em quantidades necessárias para se obter as características desejadas do gel espumável ou dos produtos de espuma extrusada resultantes.

É também um objetivo da invenção atual produzir uma espuma polimérica termoplástica monomodal formada a partir da composição descrita acima. O tamanho médio de célula da espuma dos produtos espumados da invenção produzidos pela composição da invenção é em torno de 50 microns a cerca de 500 microns. A espuma celular produzida com a composição da invenção é uma espuma celular substancialmente fechada com uma densidade média de cerca de 1,0 libras/pé³ a cerca de 5,0 libras/pé³ (16 a 80 kg/m³). É desejável que não mais do que cerca de 5% das células sejam células abertas ou de outra forma células "não fechadas". A estrutura de célula fechada da espuma auxilia a aumentar o valor R de um produto isolante produzido espumado. Outro aspecto das espumas extrusadas da invenção é que elas possuem um alto nível de estabilidade dimensional. Por exemplo, a estabilidade dimensional em qualquer direção poderá ser em torno de 5% ou menos. A espuma extrusada da invenção pode ser usada para produzir produtos isolantes, tais co-

mo placas rígidas de isolamento, espuma isolante, e produtos de embalagem.

É ainda outro objetivo da invenção atual apresentar um produto isolante termoplástico de espuma polimérica que é formado a partir de uma espuma polimérica moldada, extrusada, tendo a composição descrita acima, especificamente, um material polimérico espumável, pelo menos um agente de sopro, e um ou mais agentes de aumento de tamanho de célula. O tamanho médio da célula do produto isolante é em torno de 50 microns a cerca de 500 microns. Substancialmente, todas as células no produto isolante estrusado são células fechadas. É desejável que não mais de cerca de 5,0% das células sejam células abertas, ou de outra forma, células "não fechadas". Deve-se considerar que a estrutura da célula fechada da espuma auxilia a aumentar o valor R do produto isolante produzido espumado. O valor R por polegada do produto isolante poderá ser de cerca de 4,0 a cerca de 8,0. Exemplos de produtos isolantes de espuma produzidos estrusados de acordo com a invenção atual incluem produtos isolantes, tais como placas rígidas isolantes, espuma isolante, e produtos de embalagem.

As placas rígidas isolantes residenciais da invenção atual poderão variar de cerca de 0,5 a cerca de 10 polegadas de espessura e tipicamente são disponíveis em tamanhos (largura x comprimento) de 24 " x 96 ", 48 " x 96 ", 48 " x 108 ". As placas são adequadas para uso em aplicações residenciais, incluindo paredes externas, paredes de fundação, paredes interiores do porão, e por baixo da laje do piso do porão. As placas de espuma da invenção atual poderão também ser utilizadas em aplicações para telhados/ tetos para auxiliar o controle térmico ou acústico na parte inferior do piso do telhado ou na linha do teto.

As placas de espuma da invenção atual poderão ser usadas para outras aplicações, incluindo piso de concreto, pilastras de aço, paredes de tijolo perfurado, paredes de outros materiais, paredes com revestimento de madeira e em sistemas de produção de paredes de concreto. As dimensões das placas poderão ser cortadas para atenderem à aplicação desejada e para atenderem às especificações do código de construções.

Uma vantagem da invenção atual é que o agente de aumento aumenta o tamanho médio da célula do produto espumado sem afetar detrimentalmente as propriedades físicas ou térmicas do produto.

Uma outra vantagem da invenção atual é que a composição da invenção atual tem um baixo potencial de aquecimento global e muito pouco ou nenhum potencial para a eliminação de ozônio.

É ainda outra vantagem da invenção atual que a adição de aumentadores de tamanho de célula não requer nenhuma modificação no equipamento existente de fabricação e portanto, nenhum aumento nos custos de fabricação.

É ainda uma outra vantagem da invenção atual que as espumas produzidas pela composição atual não têm nenhuma toxidez para criaturas vivas.

O que foi mencionado anteriormente e outros objetivos, características e vantagens da invenção, parecerão mais completas daqui por diante com base na consideração da descrição detalhada que se segue. Deve ser expressamente entendido, no entanto, que os desenhos são para fins ilustrativos e não devem ser considerados como definindo os limites da invenção.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

As vantagens desta invenção ficarão aparentes com a consideração da seguinte apresentação detalhada da invenção, especialmente quando consideradas em conjunto com os desenhos anexos, onde:

A figura 1 é uma ilustração gráfica da alteração do tamanho médio da célula para uma adição de 0,5% de um agente de aumento de tamanho de célula, tanto a 0 mm de Hg como a 12 mm de Hg;

A figura 2 é uma ilustração gráfica da alteração no tamanho médio de célula para uma adição de 1,0% de um agente de aumento de tamanho de célula tanto a 0 mm de Hg como a 12 mm de Hg;

A figura 3 é uma ilustração gráfica da pressão da matriz das composições escolhidas da figura 1 com uma adição de 0,5% de um agente de aumento de tamanho de célula a 0 mm de Hg;

A figura 4 é uma ilustração gráfica da pressão da matriz das composições escolhidas da figura 1 com uma adição de 0,5% de um agente de aumento de tamanho de célula a 12 mm de Hg .

A figura 5 é uma ilustração gráfica da pressão da matriz das composições escolhidas da figura 1 com uma adição de 1,0% de um agente de aumento de tamanho de célula a 0 mm de Hg;

A figura 6 é uma ilustração gráfica da pressão da matriz das composições escolhidas da figura 1 com uma adição de 1,0% de um agente de aumento de tamanho de célula a 12 mm de Hg; e

A figura 7 é uma ilustração gráfica do tamanho médio de célula de composições escolhidas com 0,5% e 1,0% de adição de um agente de aumento de tamanho de célula, tanto a 0 mm de Hg como a 12 mm de Hg.

DESCRIÇÃO DETALHADA E REALIZAÇÕES PREFERIDAS DA INVENÇÃO

A não ser que seja definido de outra forma, todos os termos técnicos e científicos utilizados aqui têm o mesmo significado conforme é comumente entendido por uma pessoa de conhecimento normal na arte, a qual pertence a invenção. Apesar de quaisquer métodos e materiais semelhantes ou equivalentes àqueles descritos aqui poderem ser usados na prática ou teste da invenção atual, os métodos e materiais preferidos são descritos aqui. Nos desenhos, a espessura das linhas, camadas, e regiões poderão ser exagerados para

maior clareza. Deve ser entendido que números semelhantes encontrados em todas as figuras representam elementos semelhantes. Os termos "composição" e "formulação" poderão ser utilizados intercambiavelmente aqui. Além disso, os termos "tamanho médio de célula aumentado" e "tamanho médio de célula ampliado" poderão ser utilizados intercambiavelmente aqui. Além disso, os termos "composição" e "composição da invenção" poderão ser utilizados aqui intercambiavelmente.

A invenção atual refere-se a espumas poliméricas estrusadas ou expandidas que contêm um agente de aumento de tamanho da célula que aumenta o tamanho médio da célula do produto espumado. As espumas poderão ser formadas em um produto isolante como isolamento de prédios ou como isolamentos subterrâneos (por exemplo, em estradas, pistas de aeroportos, estradas de ferro, e isolamento de utilidades subterrâneas). O agente de aumento de tamanho de célula aumenta o tamanho médio da célula do produto espumado sem afetar prejudicialmente as propriedades físicas ou térmicas do produto formado. A composição usada para formar as espumas expandidas tendo um tamanho aumentado de célula inclui o material polimérico espumável, pelo menos um agente de sopro, e um ou mais agentes de aumento de tamanho de célula. A composição da invenção é capaz de formar um material de espuma de células fechadas com um tamanho médio de célula aumentado ou ampliado, comparado com as espumas sem nenhum aumentador de célula.

O material polimérico espumável é a estrutura básica da formulação e produz resistência, flexibilidade, rigidez, e durabilidade para o produto final. O material do polímero espumável não é especialmente limitado, e geralmente, qualquer polímero capaz de ser espumado poderá ser utilizado como o polímero espumável na mistura de resina. O material polimérico espumável poderá ser termoplástico ou termo-curado. O material polimérico específico poderá ser escolhido para produzir uma resistência mecânica suficiente e/ou o processo utilizado para formar os produtos finais poliméricos espumados. Além disso, o material polimérico espumável, de preferência, é quimicamente estável, isto é, geralmente não é reativo, dentro da faixa de temperatura esperada durante a formação e uso posterior em uma espuma polimérica. Exemplos não limitantes de materiais poliméricos espumáveis incluem polímeros alquênios aromáticos, cloreto de polivinila (PVC), cloreto de polivinila clorado (CPVC), polietileno, polipropileno, policarbonatos, poliisocianuratos, poliéter imidas, poliamidas, poliésteres, policarbonatos, polimetil metacrilato, poliuretanas, fenólicos, poliolefinas, estireno acrilonitrila, acrilonitrila butadieno estireno, terpolímero em bloco acrílico/estirenico, acrilonitrila (ASA), polisulfonas, poliuretana, polifenileno sulfeto, acetal resinas, poliamidas, poliaramidas, poliimidas, ésteres de ácido poliacrílico, copolímeros de etileno e propileno, copolímeros de estireno e butadieno, copolímeros de vinil acetato e etileno, polímeros de borracha modificada, misturas de polímeros termoplásticos, e combinações dos mesmos.

De preferência, o material polimérico espumável é um material polimérico alquênio

aromático. Materiais poliméricos alquênil aromáticos adequados, incluem homopolímeros alquênil aromáticos e copolímeros de compostos alquênil aromáticos e comonômeros insaturados etilenicamente copolimerizáveis. Além disso, o material polimérico alquênil aromático poderá incluir proporções pequenas de polímeros não alquênil aromáticos. O material polimérico alquênil aromático poderá ser formado de um ou mais homopolímeros alquênil aromáticos, um ou mais copolímeros alquênil aromáticos, uma mistura de um ou mais de cada um dos homopolímeros e copolímeros alquênil aromáticos, ou misturas dos mesmos com um polímero não alquênil aromático. Apesar dos componentes da composição, o material polimérico alquênil aromático poderá incluir mais de cerca de 50, e de preferência mais de cerca de 70% em peso de unidades monoméricas alquênil aromáticas. Em uma realização preferida da invenção, o material polimérico alquênil aromático é formado inteiramente de unidades monoméricas alquênil aromáticas.

Exemplos de polímeros alquênil aromáticos incluem, mas não são limitados a, àqueles polímeros alquênil aromáticos derivados de compostos alquênil aromáticos, tais como estireno, α -metilestireno, etilestireno, vinil benzeno, vinil tolueno, cloro estireno, e bromo estireno. Um polímero alquênil aromático preferido é o poliestireno. Pequenas quantidades de compostos monoetilenicamente insaturados, tais como alquil ácidos e ésteres C_2 a C_6 , derivados ionoméricos, e dienos C_2 a C_6 poderão ser copolimerizados com compostos alquênil aromáticos. Exemplos não limitantes de compostos copolimerizáveis incluem ácido acrílico, ácido metacrílico, ácido etacrílico, ácido maleico, ácido itacônico, acrilonitrila, anidrido maleico, acrilato de metila, acrilato de etila, acrilato de isobutila, acrilato de n-butila, metacrilato de metila, acetato de vinila e butadieno. Os produtos espumados poderão ser formados substancialmente de (por exemplo, mais de 95%), e mais de preferência, formados inteiramente de poliestireno. O material polimérico espumável poderá estar presente na composição em uma quantidade de cerca de 60% a cerca de 95% por peso, de preferência, em uma quantidade de cerca de 80% a cerca de 90% por peso, e mais de preferência, em uma quantidade de cerca de 85% a cerca de 90% por peso. Conforme utilizado aqui, o termo "% por peso" significa indicar uma percentagem com base em 100% do peso total da composição.

As propriedades da espuma estrusada ou do produto espumado poderão ser modificadas pela escolha do peso molecular do polímero. Por exemplo, a preparação de produtos espumados estrusados de densidade menor é facilitada pelo uso de polímeros com peso molecular menor. Por outro lado, a preparação de produtos espumados estrusados de densidade maior é facilitada pelo uso de resinas com peso molecular mais elevado ou viscosidade mais elevada.

A composição também inclui pelo menos um agente de sopro. Agentes de sopro úteis na prática desta invenção incluem agentes de sopro inorgânicos, agentes de sopro

orgânicos, e agentes de sopro químicos. Qualquer agente de sopro adequado poderá ser utilizado na prática desta invenção. No entanto, devido à preocupação ambiental crescente sobre o aquecimento global e a eliminação de ozônio, é desejável utilizar-se agentes de sopro inorgânicos. Exemplos de agentes de sopro inorgânicos isentos de halocarbonetos (por exemplo, agentes de sopro que não eliminam o ozônio, amigáveis ambientalmente) incluem o dióxido de carbono, argônio, água, ar, nitrogênio, e hélio.

Os agentes de sopro orgânicos adequados para uso na invenção atual incluem, mas não são limitados a, hidrocarbonetos alifáticos C_1 a C_9 (por exemplo, metano, etano, propano, n-butano, isobutano, n-pentano, isopentano, e neopentano), álcoois alifáticos C_1 a C_3 (por exemplo, metanol, etanol, n-propanol, e isopropanol) e hidrocarbonetos alifáticos totalmente e parcialmente halogenados tendo 1 a 4 átomos de carbono (por exemplo, fluorcarbonos, clorocarbonos, e clorofluorcarbonos). Exemplos de fluorcarbonos adequados para uso na invenção incluem fluoreto de metila, perfluormetano, fluoreto de etila, 1,1-difluoretano (HFC-152a), 1,1,1-trifluoretano (HFC-143a), 1,1,1,2-tetrafluoretano (HFC-134a), pentafluoretano, difluormetano, perfluoretano, 2,2-difluorpropano, 1,1,1-trifluorpropano, perfluorpropano, dicloropropano, difluorpropano, perfluorbutano, e perfluorciclobutano. Clorocarbonos e clorofluorcarbonos parcialmente halogenados para uso nesta invenção poderão incluir cloreto de metila, cloreto de metileno, cloreto de etila, 1,1,1-tricloroetano, 1,1-dicloro-1-fluoretano (HCFC-141b), 1-cloro-1,1-difluoretano (HCFC-142b), clorodifluormetano (HCFC-22), 1,1-dicloro-2,2,2-trifluoretano (HCFC-123), e 1-cloro-1,2,2,2-tetrafluoroetano (HCFC-124). Exemplos de clorofluorcarbonos totalmente halogenados incluem tricloromonofluormetano (CFC-11),

diclorodifluormetano (CFC-12), triclorotrifluoretano (CFC-113),

1,1,1-trifluoretano, pentafluoretano, diclorotetrafluoretano (CFC-114),

cloroheptafluorpropano, e dicloroexafluorpropano. Agentes de sopro químicos adequados incluem azodicarbonamida, azodiisobutiro-nitrila, benzenosulfonhidrazida, 4,4-oxibenzeno sulfonil-semicarbazida, p-tolueno sulfonil semicarbazida, azodicarboxilato de bário, e N,N'-dimetil-N,N'-di-nitrosotereftalamida, e triidrazino triazina.

O agente de sopro poderá estar presente na composição em uma quantidade de cerca de 2,0 a cerca de 18,0% em peso. De preferência, o agente de sopro está presente em uma quantidade de cerca de 3,0% a cerca de 10% em peso. O agente de sopro utilizado na composição da invenção, de preferência, é escolhido de tal forma que a composição tenha uma eliminação zero de ozônio e um baixo potencial de aquecimento global, como por exemplo, qualquer agente de sopro inorgânico e/ou clorofluorcarbonetos não hidrogenados (não-HCFCs).

Conforme discutido acima, a composição também contém um ou mais agentes de aumento de tamanho de célula. Desejavelmente, o agente de aumento de tamanho de célula

la dissolve ou é substancialmente dissolvido no gel espumável formado pelo material polimérico espumável e o agente de sopro discutidos em detalhes abaixo. Exemplos adequados de agentes de aumento de tamanho de célula para uso na composição da invenção incluem etileno vinil acetato (EVA), etileno metil acrilato (EMA), copolímero de polietileno etoxilato, polietileno glicol (PEG), e combinações dos mesmos. Estruturalmente e quimicamente, estes materiais são baseados em polietileno com polaridade adicionada. De preferência, o agente de aumento de tamanho de célula é o etileno vinil acetato e/ou o etileno metil acrilato. Além disso, o agente de aumento de tamanho de célula permite a formação de uma espuma com tamanhos grandes de célula que são desejados para se atingir um alto valor de isolamento (valor R) e para otimizar as propriedades físicas do produto espumado, tais como a resistência à compressão e a estabilidade dimensional.

O uso de etileno vinil acetato (EVA) e/ou etileno metil acrilato (EMA) como um agente de sopro em espumas poliméricas é contraditório em relação ao pensamento atual daqueles adestrados normalmente na arte, e como tal, uma pessoa adestrada na arte não escolheria rapidamente utilizar qualquer destes compostos de etileno como o agente de aumento de tamanho de célula. Convencionalmente, a maior parte do teste com espumas de resina de poliestireno foi conduzida com um aditivo de polietileno. Foi determinado que estes aditivos de polietileno foram separados da resina polimérica (por exemplo, poliestireno) e se deslocaram para a superfície. Como resultado, aqueles com conhecimento da arte geralmente foram procurar outros aditivos para uso em agentes convencionais de sopro utilizados em espumas de poliestireno. No entanto, com surpresa e inesperadamente, foi descoberto na invenção atual que o etileno vinil acetato e o etileno metil acrilato se misturam bem ou pelo menos suficientemente bem em baixas concentrações no material polimérico espumável e provocam um aumento do tamanho da célula da espuma produzida. Não desejando ser limitados por teoria, acredita-se que os grupos éster presentes no EVA e no EMA produzem uma fonte de energia que é a fonte de energia aumentada que aumenta o tamanho da célula dentro da espuma.

De uma forma semelhante de pensamento, acredita-se que o polietileno glicol (PEG) produz propriedades melhores de aumento de tamanho de célula na espuma e uma interação aumentada com o agente de sopro, devido a sua fonte de energia aumentada (que é, o grupo final de hidroxila do glicol) comparado com o óxido de polietileno (PEO). A diferença fundamental entre o óxido de polietileno e o polietileno glicol é o grupo terminal hidroxila do glicol no polietileno glicol. Outra vez, não desejando ser limitados pela teoria, acredita-se que esta diferença de energia é que permite que o polietileno glicol (PEG) aumente o tamanho da célula da espuma.

Uma vantagem do agente de aumento de tamanho de célula é que ele produz um tamanho aumentado de célula do produto espumado sem prejudicar as propriedades físicas

e térmicas de um produto espumado convencional formado sem um agente de aumento de tamanho de célula. O agente de aumento de tamanho de célula também produz uma superfície mais macia e um mínimo ou nenhum defeito na superfície do produto espumado, estrusado, especialmente quando comparado com produtos convencionais espumados. Além disso, a maciez aumentada da área superficial do produto espumado permite que a espuma da invenção seja utilizada em uma variedade maior de aplicações. O tamanho médio de célula da espuma da invenção e dos produtos espumados é em torno de 50 microns a cerca de 500 microns, e de preferência, cerca de 150 microns a cerca de 250 microns. O agente de aumento de tamanho de célula poderá estar presente na formulação da invenção em uma quantidade de cerca de 0,1% a cerca de 10% em peso, e de preferência, em uma quantidade de cerca de 0,25% a cerca de 2,0% em peso.

Adicionalmente, a composição da invenção opcionalmente poderá conter um agente de nucleação. Exemplos de agentes de nucleação úteis na invenção incluem silicato de cálcio, carbonato de cálcio, estearato de cálcio, argila, sílica, dióxido de titânio, sulfato de bário, terra diatomácea, e indigo. A adição de um agente de nucleação na composição da invenção permite a adição de materiais de carga mais baratos no produto espumado. Assim sendo, é desejável adicionar-se o máximo de agente de nucleação possível para a introdução de uma grande quantidade de carga no produto espumado. No entanto, os agentes de nucleação tendem a reduzir o tamanho de célula das células da espuma, o que resulta em valores R indesejáveis dos produtos espumados finais. Como resultado, o agente de nucleação não está presente em grandes quantidades na composição atual (quando e se está presente) e a redução no tamanho da célula causada pelo agente de nucleação poderá ser compensada ou controlada pelo agente de aumento de tamanho de célula. Deve-se considerar que a adição de talco como um agente de nucleação reduz substancialmente o tamanho da célula, e portanto, não é um agente de nucleação preferido para a invenção atual. O agente de nucleação poderá ser adicionado na composição em uma quantidade de até cerca de 1,0% em peso, de preferência, de cerca de 0,1% a cerca de 0,9% em peso, e mais de preferência, de cerca de 0,2% a cerca de 0,4% em peso.

Além disso, a composição da invenção poderá conter um agente de retardo de chama em uma quantidade de até cerca de 1,0% em peso. Por exemplo, os produtos químicos retardantes de chama poderão ser adicionados no processo de fabricação de espuma estrusada para fornecer as características de retardo de chama para os produtos espuma- dos estrusados. De preferência, o agente de retardo de chama é adicionado no gel espumável, que é descrito abaixo com relação à formação da espuma da invenção. Exemplos não limitantes de produtos químicos retardantes de chama adequados para uso na composição da invenção, incluem compostos alifáticos bromados, tais como hexa- bromociclododecano e pentabromocicloexano, fenil éteres bromados, ésteres do ácido tetrabromoftálico, e com-

binações dos mesmos.

Aditivos opcionais, tais como agentes de atenuação de infravermelho, agentes plastificantes, pigmentos, elastômeros, auxiliares de extrusão, antioxidantes, cargas, agentes antiestáticos, e/ou absorventes de UV poderão ser incorporados na composição da invenção. Estes aditivos opcionais poderão ser incluídos em quantidades necessárias para a obtenção das características desejadas dos produtos de gel espumável ou de espuma estrusada resultante. Apesar de ser preferido que os aditivos sejam adicionados na mistura polimérica, eles poderão ser incorporados na mistura polimérica antes, durante, ou após o processo de polimerização utilizado para a produção do polímero.

Para formar uma espuma polimérica alquenil aromática tendo um tamanho de célula aumentado de acordo com os princípios da invenção atual, o material polimérico espumável (por exemplo, um material polimérico alquenil aromático) e o agente de aumento de tamanho de célula poderão ser aquecidos até uma temperatura na, ou acima da temperatura de transição de vidro do polímero ou do ponto de fusão para formar um material polimérico plastificado ou fundido. Um ou mais agentes de sopro poderão então ser incorporados ou misturados no material polimérico fundido através de qualquer método convencional conhecido por aqueles adestrados na arte, tais como, por exemplo, com um extrusor, um agitador, ou um misturador. Como o agente de sopro é adicionado no fundido polimérico, o agente de sopro se torna solúvel, isto é, se dissolve no fundido polimérico e forma um gel espumável. Adicionalmente, o agente de sopro poderá ser misturado com o material polimérico fundido em uma pressão suficientemente elevada para evitar a expansão substancial do material polimérico fundido e para dispersar geralmente o agente de sopro homogeneamente no material polimérico fundido. Um agente de nucleação poderá ser misturado no fundido polimérico ou misturado a seco com o material polimérico antes do material polimérico espumável ser plastificado ou fundido. Em uma realização alternativa onde é utilizado o copolímero de polietileno etoxilato e/ou polietileno glicol (PEG) na forma líquida, ele poderá ser adicionado diretamente no extrusor.

O gel espumável poderá então ser resfriado até a temperatura de fusão na matriz. A temperatura do fundido na matriz tipicamente é mais fria do que a temperatura da mistura de fundido, para otimizar as características físicas do produto espumado. Além disso, é desejável que a pressão da matriz seja suficiente para evitar, ou pelo menos minimizar, a espumação prematura do gel espumável. A espumação prematura é a espumação prematura indesejável do gel espumável antes da extrusão do gel para dentro de uma região de pressão reduzida. Assim sendo, a pressão da matriz varia, dependendo da identidade e da quantidade de agente de sopro presente no gel espumável. O gel espumável poderá então ser estrusado através de uma matriz tendo um formato desejado para uma zona de pressão menor ou reduzida para formar a estrutura espumada desejada ou produto espumado. A

zona de pressão menor está em uma pressão menor do que aquela na qual o gel espumável é mantido antes da extrusão através da matriz. A pressão menor poderá ser super-atmosférica ou sub-atmosférica (isto é, vácuo), mas de preferência, está em nível atmosférico.

As espumas estrusadas têm uma estrutura celular com células definidas pelas membranas e ramificações das células. As ramificações são formadas na interseção das membranas das células, com as membranas das células cobrindo as janelas celulares interconectadas entre as ramificações. Na invenção atual, a composição da invenção, de preferência, produz uma espuma celular substancialmente fechada e com uma densidade média de cerca de 1,0 libras/pé³ a cerca de 5,0 libras/pé³ (16 a 80 kg/m³), de preferência, de cerca de 1,5 libras/pé³ - 3,0 libras/pé³ (24 a 28 kg/m³) e um tamanho de célula de cerca de 50 microns a cerca de 500 microns, o que faz com que a espuma seja especialmente útil para isolamento térmico. Deve-se considerar que a frase "célula substancialmente fechada" significa indicar que a espuma contém todas as células fechadas ou quase todas as células na estrutura celular fechadas. É desejável que não mais de cerca de 5,0% das células sejam células abertas ou de outra forma células "não - fechadas". A estrutura de célula fechada auxilia a aumentar o valor R de um produto isolante produzido, espumado. O valor R é definido como a resistência térmica ao fluxo de calor através de um material de amostra de uma área unitária de espessura conhecida causado por uma diferença de temperatura através do mesmo (m²*K/W). O valor R por polegada poderá ser de cerca de 4,0 a cerca de 8,0. Em uma realização mais preferida, o valor R por polegada é em torno de 5,0. Deve-se considerar que ele está dentro do escopo da invenção atual para a produção de uma estrutura de célula aberta, apesar de tal estrutura de célula aberta não ser uma realização preferida.

Outro aspecto das espumas estrusadas da invenção é que elas possuem um alto nível de estabilidade dimensional. Por exemplo, a alteração na dimensão em qualquer direção é em torno de 5% ou menos. Além disso, a espuma formada pela composição da invenção, desejavelmente, é monomodal e as células têm um tamanho médio de célula relativamente uniforme. Conforme utilizado aqui, o tamanho médio de célula é uma média dos tamanhos das células conforme determinado nas direções X,Y e Z. Especialmente, a direção "X" é a direção da extrusão, a direção "Y" é a direção transversal à máquina, e a direção "Z" é a espessura. Na invenção atual, o impacto mais elevado no aumento da célula é nas direções X e Y, o que é desejável sob uma perspectiva de orientação e de valor R. A espuma estrusada da invenção pode ser usada para produzir produtos isolantes, tais como placas rígidas de isolamento, espuma isolante, e produtos de embalagem.

Existem várias vantagens de se utilizar a composição da invenção atual para formar produtos espumados. Por exemplo, o agente de sopro utilizado na formulação da invenção não tem um potencial de aquecimento global elevado e tem um potencial baixo ou zero de eliminação de ozônio. Além disso, os agentes de aumento de tamanho de célula poderão

ser adicionados no polímero fundido de uma forma convencional. Assim sendo, não há necessidade de se modificar o equipamento existente ou alterar as linhas de fabricação para acomodar o agente de aumento de tamanho de célula. Além disso, o agente de aumento de tamanho de célula é amistoso ambientalmente e não cria qualquer preocupação ambiental negativa. Além disso, o agente de aumento de tamanho de célula aumenta o tamanho médio da célula do produto espumado sem afetar prejudicialmente as propriedades físicas ou térmicas do produto.

Tendo sido descrita esta invenção de forma genérica, um melhor entendimento pode ser obtido por referência a certos exemplos específicos ilustrados abaixo que são apresentados somente para fins de ilustração, e não se destinam a ser todos inclusivos ou limitantes, a não ser que seja especificado de outra forma.

Exemplos

Exemplo 1 - Efeito do agente de aumento de tamanho de célula no tamanho médio da célula

A composições contendo poliestireno, um agente de sopro que não elimina ozônio, e os agentes de aumento de tamanho de célula detalhados na figura 1 foram formados de acordo com o método descrito em detalhes acima. Especialmente, o poliestireno e o agente de aumento de tamanho de célula foram aquecidos até uma temperatura de 250 ° C (isto é, acima da temperatura de fusão do poliestireno) para formar um material polimérico fundido. O agente de sopro desejado foi então misturado no polímero fundido para formar um gel espumável. O gel espumável foi resfriado a 110 ° C - 130 ° C. O gel espumável foi então estrusado através de uma matriz para uma zona de pressão reduzida para produzir a espuma. Foi utilizado um método semelhante para formar as composições apresentadas nas figuras 5 e 6, mas com 1,0% em peso de adição do agente de aumento de tamanho de célula.

Conforme mostrado nas figuras 1 e 2, o copolímero de polietileno etoxilato, polietileno glicol (PEG), etileno vinil acetato (EVA), e etileno metil acrilato (EMA) demonstraram o maior aumento de tamanho de célula comparado com o controle, que não continha nenhum agente de aumento de tamanho de célula. Na figura 2 pode ser visto que o aumento no tamanho da célula (isto é, o impacto do agente de aumento de tamanho de célula), é maior na concentração maior de 1,0% em peso.

As figuras 3 - 6 detalham o efeito sobre as pressões na matriz utilizando vários agentes de aumento de tamanho de célula em pressões e concentrações diferentes. Conforme pode ser visto nas figuras 3 e 5, a pressão da matriz do copolímero de polietileno etoxilato é menor do que o controle (nenhum agente de aumento de tamanho de célula) tanto com a adição de 0,5% em peso a 0 mm de HG como a 1,0% em peso de adição a 0 mm de Hg. Esta redução da pressão, se considerado isoladamente e não em conjunto com outros fato-

res, tais como a quantidade de aumento de tamanho de célula causada pelo agente de aumento de tamanho de célula e/ou o custo do agente de aumento de tamanho de célula, indicaria que o polietileno etoxilato seria o candidato de escolha como um aumentador desejável de tamanho de célula. No entanto, apesar de ser vantajoso ter-se uma baixa pressão na matriz no extrusor (mas não tanto que provoque uma pré-espumação do gel espumável), do ponto de vista prático, o agente de aumento de tamanho de célula específico nem sempre permite uma baixa pressão da matriz. Isto pode ser visto, por exemplo, com EVA, que demonstrou um aumento de tamanho de célula, tanto com 0,5% como com 1,0% em peso de adição, mas demonstrou um aumento da pressão da matriz. EMA, conforme mostrado na figura 1, demonstrou o maior aumento no tamanho da célula com 0,5% em peso de adição, tanto a 0 como a 12 mm de Hg. No entanto, demonstrou um aumento na pressão da matriz com um aumento de 0,5% em peso a 0 mm de Hg. Assim sendo, as figuras 3 - 6 são incluídas para mostrar que foram levados em consideração vários fatores na determinação do agente de aumento de tamanho de célula para uso na composição para formar um produto espumado.

Exemplo 2 - Efeito dos agentes de aumento de tamanho de célula no tamanho médio de célula

Neste exemplo, foram utilizados uma mistura de glicerol monoestearato/etileno vinil acetato (GMS/EVA), uma mistura de glicerol monoestearato e poliestireno, e etileno vinil acetato (EVA) foram utilizados como agentes de aumento de tamanho de célula em uma composição espumável de acordo com a invenção atual. A composição espumável contendo o agente desejado de aumento de tamanho de célula foi feita com duas concentrações diferentes, especificamente, 0,5% e 1,0% em peso de agente de aumento de tamanho de célula. Além disso, as composições espumáveis foram feitas sob duas condições atmosféricas, especificamente, sem nenhum vácuo e a 12 mm de Hg. Os resultados do teste são ilustrados na figura 7 e nas tabelas 1 - 4. Conforme mostrado na figura 7, os resultados indicaram um ligeiro aumento no tamanho da célula com a adição de 0,5% em peso da mistura de glicerol monoestearato/etileno vinil acetato (GMS/EVA) e um aumento moderado no tamanho da célula com a mistura de glicerol monoestearato e poliestireno (por exemplo, aproximadamente 7 - 8% de aumento no tamanho da célula). No entanto, o aumento no tamanho da célula com 0,5% em peso de EVA foi substancialmente maior do que os outros materiais testados com a mesma concentração.

Dentre os vários aumentadores de tamanho de célula apresentados na figura 7, o aumento do tamanho da célula geralmente era maior e mais proeminente com EVA, que demonstrou um aumento de aproximadamente 36% no tamanho da célula com 0,5% em peso de adição (sem vácuo) e um aumento de 35% com 0,5% em peso de adição (sem vácuo), um aumento de 59% com a adição de 1,0% em peso (12 mm de Hg), e um aumento

de 61% com 1,0% em peso de adição (12 mm de Hg). A mistura de GMS e EVA demonstrou um ligeiro aumento no tamanho da célula na concentração maior de 1,0% e demonstrou um aumento do tamanho da célula de aproximadamente 14%. Não houve nenhum aumento no tamanho da célula com a mistura de poliestireno/GMS. De fato, houve uma redução no tamanho da célula, indicando que a mistura de poliestireno/GMS não era um aumentador efetivo de tamanho de célula na concentração mais elevada. Assim sendo, foi concluído da figura 7 que entre os aumentadores de tamanho de célula testados, a mistura de GMS e EVA era um aumentador de tamanho de célula moderadamente efetivo e EVA era o aumentador de tamanho de célula mais efetivo.

10 TABELA 1 - Nenhum vácuo, 0,5% de adição

Aditivo	Célula X	Célula Y	Célula Z	Média	Orientação	Célula X	Célula Y	Célula Z	Média
% Total	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	X:Z	% Alteração	% Alteração	% Alteração	% Alteração
Nenhum	0,102	0,116	0,104	0,107	0,98:1				
Mistura GMS/EVA	0,112	0,126	0,107	0,115	1,05:1				
Mistura GMS poliestireno	0,117	0,124	0,108	0,116	1,08:1				
EVA	0,147	0,159	0,131	0,146	1,12:1				

TABELA 2 - Nenhum vácuo, 1,0% de adição

Aditivo	Célula X	Célula Y	Célula Z	Média	Orientação	Célula X	Célula Y	Célula Z	Média
% Total	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	X:Z	% Alteração	% Alteração	% Alteração	% Alteração
Nenhum	0,102	0,116	0,104	0,107	0,98:1				
Mistura GMS/EVA	0,118	0,132	0,117	0,122	1,01:1	16	14	13	14
Mistura GMS poliestireno	0,103	0,112	0,101	0,105	1,01:1	1	-3	-3	-2
EVA	0,147	0,159	0,131	0,146	1,12:1	75	61	38	59

TABELA 3 – 12 mm vácuo, 0,5% de adição

Aditivo	Célula X	Célula Y	Célula Z	Média	Orientação	Célula X	Célula Y	Célula Z	Média
% Total	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	X:Z	% Alteração	% Alteração	% Alteração	% Alteração
Nenhum	0,104	0,11	0,11	0,108	0,95:1				
Mistura GMS/EVA	0,116	0,121	0,119	0,119	0,97:1	12	10	8	10
Mistura GMS poliestireno	0,118	0,122	0,117	0,119	1,01:1	13	11	6	10
EVA	0,149	0,149	0,141	0,146	1,06:1	43	35	28	5

TABELA 4 – 12 mm vácuo, 1,0% de adição

Aditivo	Célula X	Célula Y	Célula Z	Média	Orientação	Célula X	Célula Y	Célula Z	Média
% Total	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	X:Z	% Alteração	% Alteração	% Alteração	% Alteração
Nenhum	0,104	0,11	0,11	0,108	0,95:1				
Mistura GMS/EVA	0,133	0,131	0,132	0,133	1,04:1	28	19	20	23
EVA	0,147	0,181	0,167	0,174	1,05:1	67	65	52	61

Das tabelas 1 - 4 pode ser visto que quando os componentes de tamanho de célula foram avaliados nas direções X, Y, e Z, o impacto mais elevado a partir dos agentes de aumento de tamanho de célula é no aumento nas direções X e Y. Tal aumento nas direções X e Y é desejável de acordo com uma perspectiva de orientação e assim sendo, de acordo com uma perspectiva do valor R (por exemplo, difusão decrescente e densidade da parede da célula crescente). Também pode ser visto das tabelas 1 - 4 que os aumentadores de tamanho de célula impactam a morfologia da célula.

A invenção desta aplicação tem sido descrita acima, tanto genericamente, como em relação a realizações específicas. Apesar da invenção ter sido apresentada de acordo com que se acredita serem as realizações preferidas, pode ser escolhida uma larga variedade de alternativas conhecidas por aqueles com adiestramento na arte dentro da apresentação genérica. A invenção, portanto, não é limitada, exceto pela citação das reivindicações apresentadas abaixo.

REIVINDICAÇÕES

1. Composição para a formação de uma espuma polimérica termoplástica, **CARACTERIZADA** pelo fato de ser composta de:

um material polimérico espumável;

5 pelo menos um agente de sopro; e

pelo menos um agente de aumento de tamanho de célula escolhido de etileno vinil acetato, etileno metil acrilato, e polietileno glicol.

2. Composição, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato do referido pelo menos um agente de sopro ser escolhido de hidrofluorcarbonetos (HFCs), dióxido de carbono, argônio, água, ar, nitrogênio e hélio.

3. Composição, de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADA** pelo fato do referido material polimérico espumável ser um material polimérico alquênico aromático.

4. Composição, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato do referido pelo menos um agente aumentador de tamanho de célula estar presente na referida
15 composição em uma quantidade de cerca de 0,1% a cerca de 10% em peso da composição.

5. Composição, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de ser ainda composta de um agente nucleante em uma quantidade de até cerca de 1,0% em peso da composição.

6. Espuma polimérica termoplástica, **CARACTERIZADA** pelo fato de ser composta
20 de:

uma composição espumável estrusada incluindo:

um material polimérico espumável;

pelo menos um agente de sopro; e

pelo menos um agente de aumento de tamanho de célula escolhido de etileno vinil acetato, etileno metil acrilato, e polietileno glicol.

7. Espuma polimérica termoplástica, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADA** pelo fato do referido pelo menos um agente de aumento de tamanho de célula produzir um tamanho de célula de cerca de 50 microns a cerca de 500 microns na referida espuma polimérica.

8. Espuma polimérica termoplástica, de acordo com a reivindicação 7, **CARACTERIZADA** pelo fato da referida espuma polimérica ter uma densidade de cerca de 1,0 libras/pé³ a cerca de 5,0 libras/pé³ (16 a 80 kg/m³).

9. Espuma polimérica termoplástica, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADA** pelo fato da referida espuma polimérica ter uma estrutura de célula
35 substancialmente fechada.

10. Espuma polimérica termoplástica, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADA** pelo fato da referida espuma polimérica não ter mais do que cerca de

5,0% de células abertas.

11. Espuma polimérica termoplástica, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADA** pelo fato da estabilidade dimensional da referida espuma polimérica em qualquer direção ser em torno de 5% ou menos.

5 12. Espuma polimérica termoplástica, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADA** pelo fato do referido pelo menos um agente de sopro ser escolhido de hidrofluorcarbonetos (HFCs), dióxido de carbono, argônio, água, ar, nitrogênio, e hélio.

10 13. Espuma polimérica termoplástica, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADA** pelo fato do referido pelo menos um agente de aumento de tamanho de célula produzir um tamanho de célula aumentado em um produto espumado resultante, sem prejudicar as propriedades físicas e térmicas do referido produto espumado quando comparado com um produto espumado formado sem um agente de aumento de tamanho de célula.

15 14. Espuma polimérica termoplástica, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADA** pelo fato do referido material polimérico espumável ser um material polimérico alquênico aromático.

15. Produto isolante de espuma polimérica, **CARACTERIZADO** pelo fato de ser composto de:

20 uma espuma polimérica formatada, estrusada, tendo uma composição que inclui:
um material polimérico espumável;
pelo menos um agente de sopro; e
pelo menos um agente de aumento de tamanho de célula escolhido de etileno vinil acetato, etileno metil acrilato e polietileno glicol.

25 16. Produto isolante, de acordo com a reivindicação 15, **CARACTERIZADO** pelo fato do referido pelo menos um agente de sopro ser escolhido de agentes de sopro inorgânicos e clorofluorcarbonetos não hidrogenados.

17. Produto isolante, de acordo com a reivindicação 15, **CARACTERIZADO** pelo fato da referida espuma polimérica ter uma densidade de cerca de 1,0 libras/pé³ a cerca de 5,0 libras/pé³ (16 a 80 kg/m³).

30 18. Produto isolante, de acordo com a reivindicação 17, **CARACTERIZADO** pelo fato da referida espuma polimérica estrusada não ter mais do que cerca de 5,0% de células abertas.

19. Produto isolante, de acordo com a reivindicação 15, **CARACTERIZADO** pelo fato do referido material polimérico espumável ser um material polimérico alquênico aromático.

35 20. Produto isolante, de acordo com a reivindicação 15, **CARACTERIZADO** pelo fato do referido pelo menos um agente de aumento de tamanho de célula produzir um tamanho de célula na referida espuma polimérica estrusada de cerca de 50 microns a cerca de

500 microns.

FIG. 1

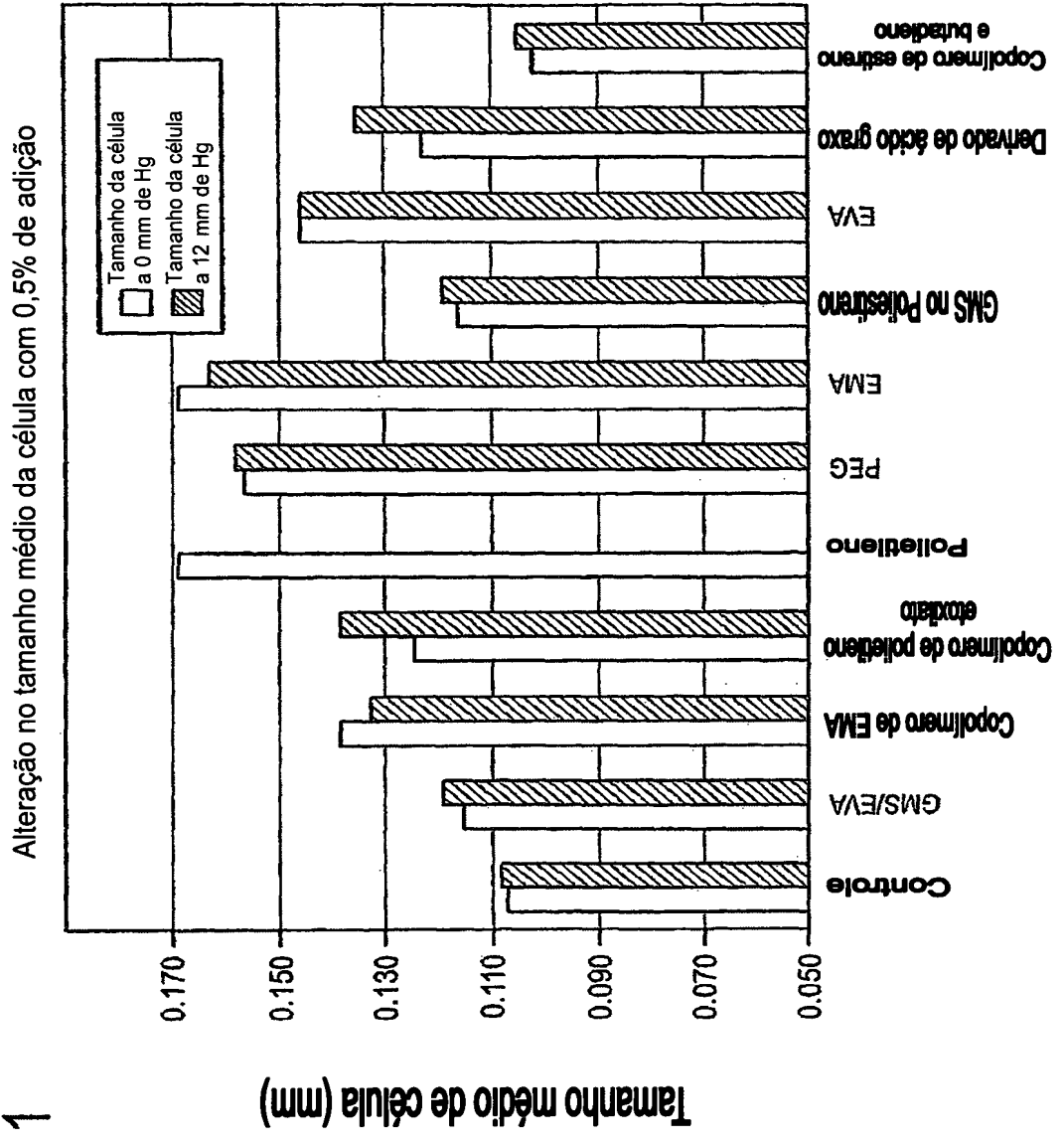


FIG. 2

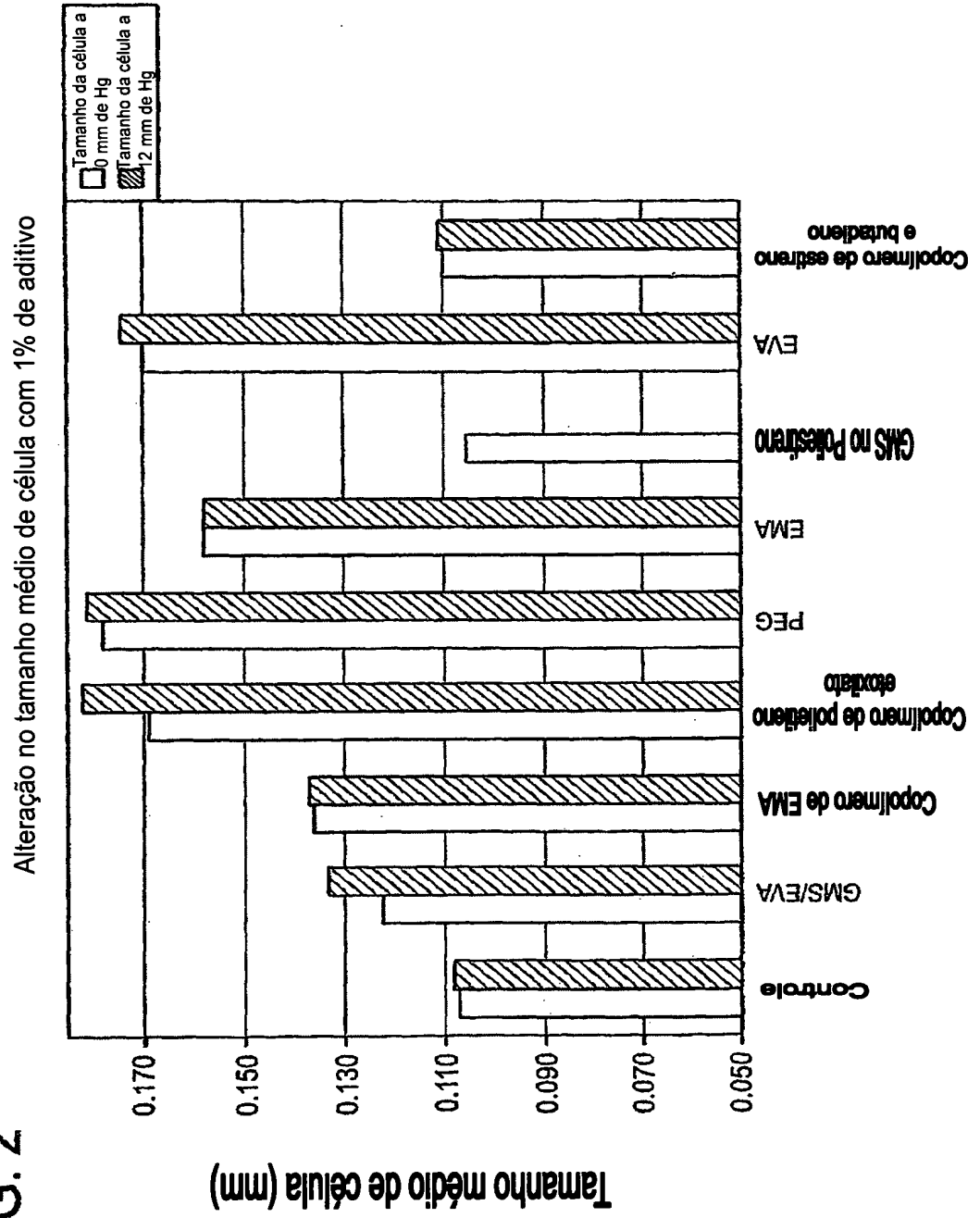


FIG. 3

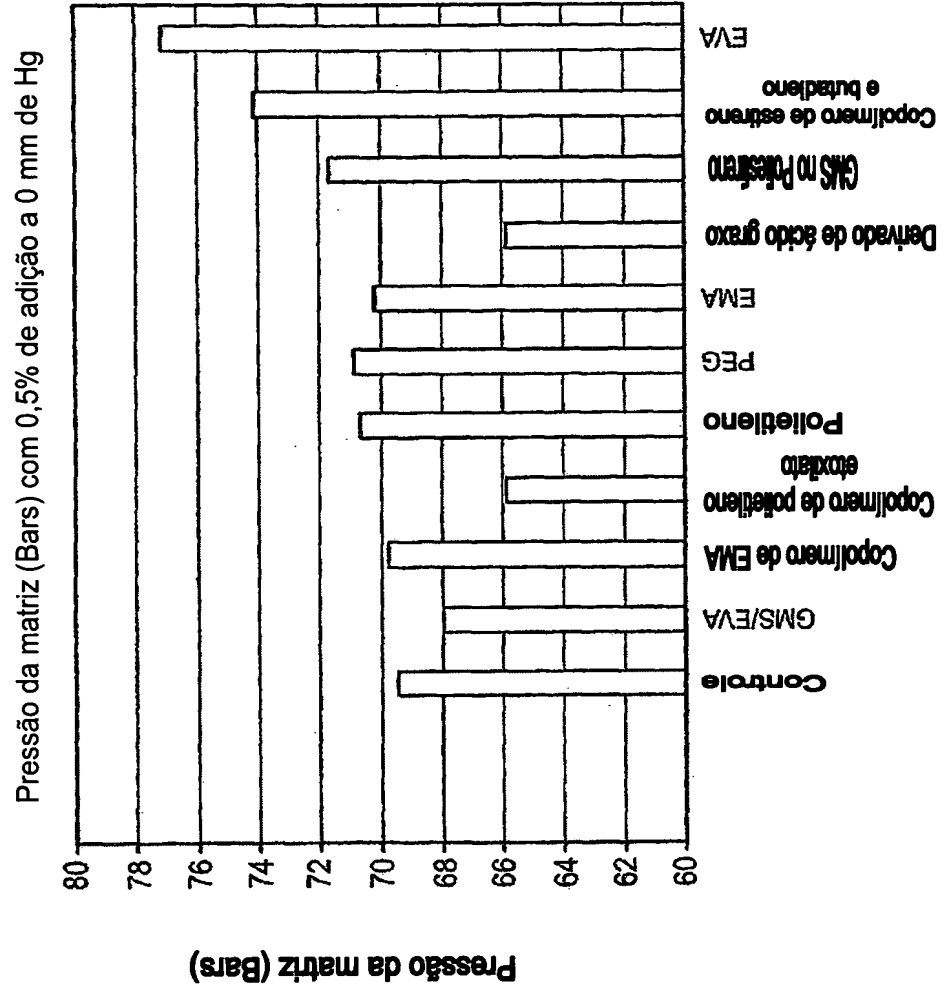


FIG. 4

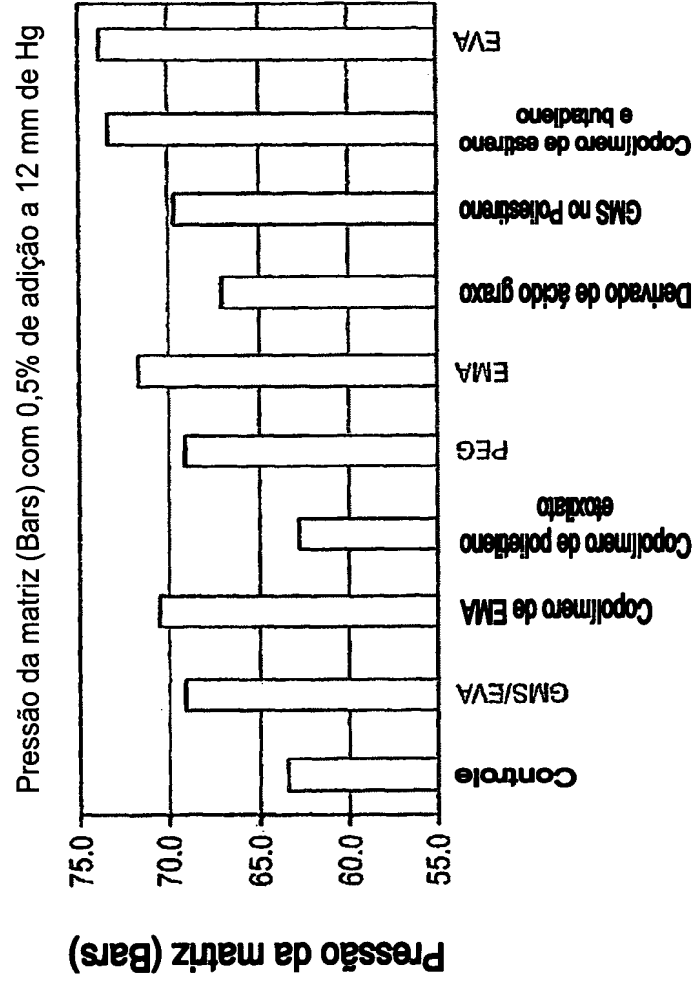


FIG. 5

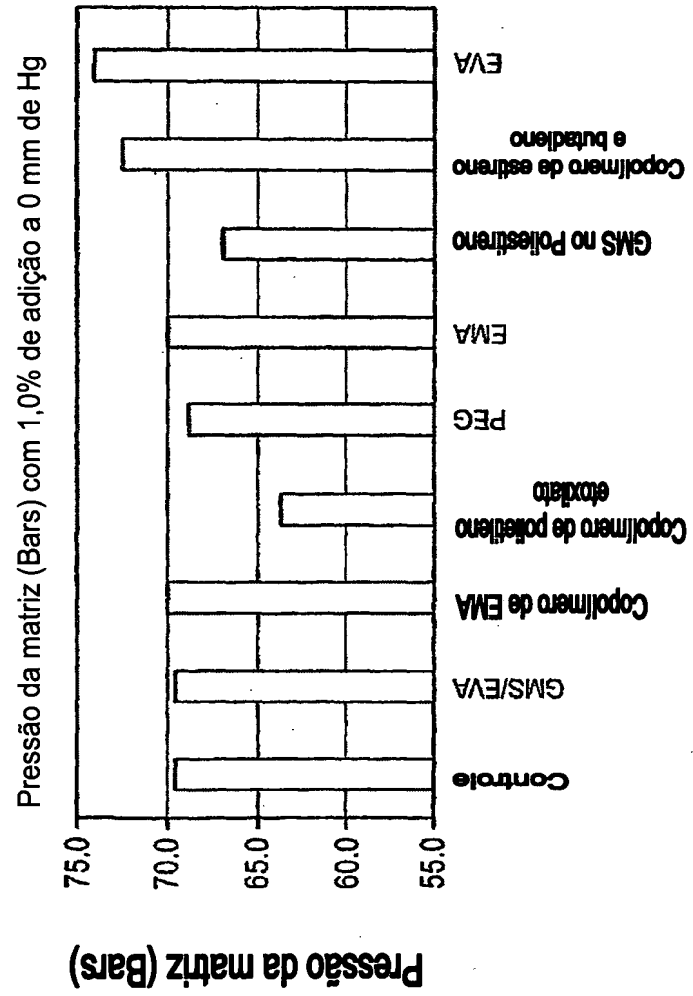
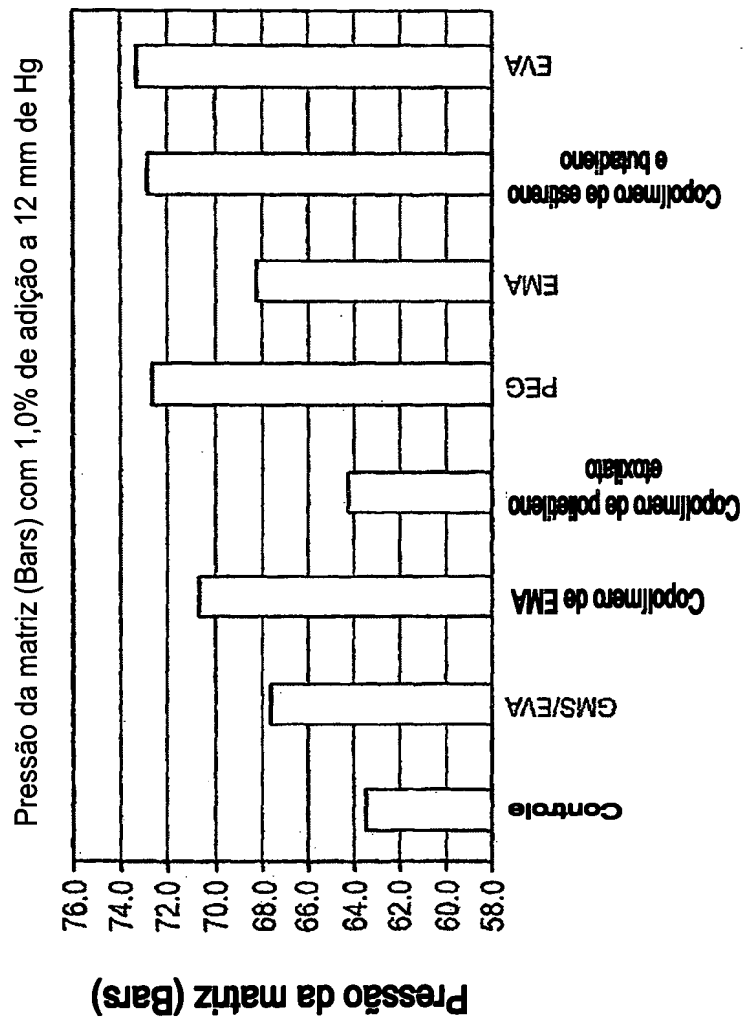
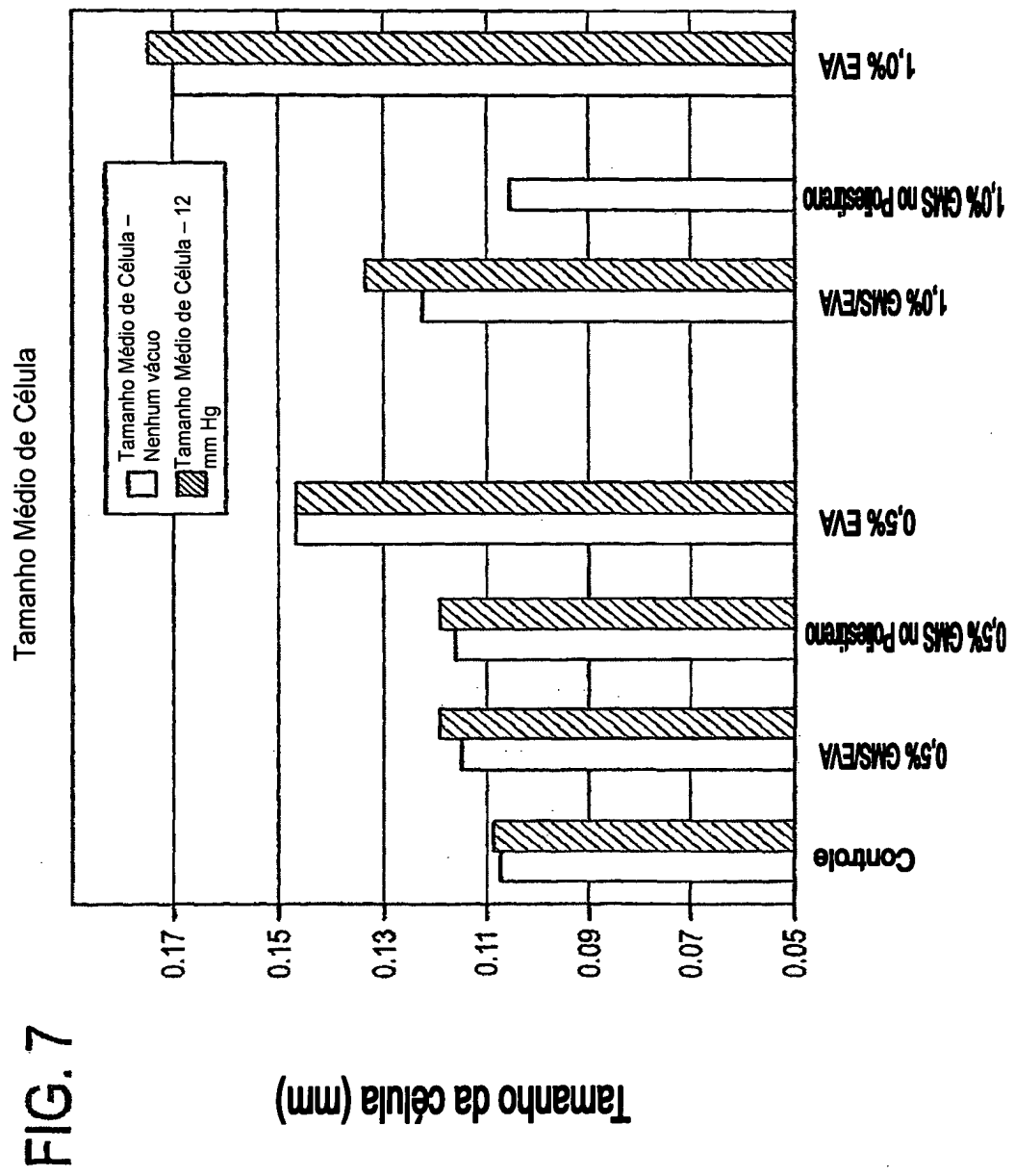


FIG. 6





RESUMO**"AUMENTADORES DE TAMANHO DE CÉLULA PARA ESPUMAS DE POLIESTIRENO"**

São apresentadas espumas poliméricas estrusadas que contêm agentes de aumento de tamanho de célula. A composição da invenção inclui um material polimérico espumável, pelo menos um agente de sopro, e pelo menos um agente aumentador de tamanho de célula. O agente de sopro utilizado na composição da invenção, de preferência, é escolhido de tal forma que a composição tenha uma eliminação zero de ozônio e um potencial baixo de aquecimento global. Exemplos incluem quaisquer agentes de sopro inorgânicos e/ou cloro-
10 rofluorcarbonos não hydrogenados (não-HCTFs). O material polimérico espumável, de preferência, é poliestireno. O agente aumentador de tamanho de célula poderá ser escolhido de vinil acetato de etileno (EVA) e/ou metil acrilato de etileno (EMA). O agente aumentador de tamanho de célula permite a formação de uma espuma com tamanhos grandes de células que são desejáveis para se conseguir um alto valor de isolamento e para otimizar as propri-
15 edades físicas do produto espumado. Além disso, o agente de aumento de tamanho de célula produz um tamanho de célula aumentado no produto espumado sem prejudicar as propriedades físicas e térmicas.