



República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial



(11) BR 112020023655-1 B1

(22) Data do Depósito: 19/06/2019

(45) Data de Concessão: 21/11/2023

(54) Título: PROCESSO PARA PREPARAR UM COPOLÍMERO DE ETILENO MULTIMODAL EM SUSPENSÃO EM UMA CASCATA DE REATORES E APARELHO PARA POLIMERIZAR MONÔMEROS OLEFÍNICOS EM SUSPENSÃO EM UMA CASCATA DE REATORES

(51) Int.Cl.: C08F 2/00; C08F 210/16; C08F 2/01; C08F 2/14; C08F 10/02; (...).

(30) Prioridade Unionista: 21/06/2018 EP 18179141.9.

(73) Titular(es): BASSELL POLYOLEFINE GMBH.

(72) Inventor(es): ELKE DAMM; REINHARD KUEHL; RODRIGO CARVAJAL.

(86) Pedido PCT: PCT EP2019066121 de 19/06/2019

(87) Publicação PCT: WO 2019/243384 de 26/12/2019

(85) Data do Início da Fase Nacional: 19/11/2020

(57) Resumo: "PROCESSO DE SUSPENSÃO PARA PREPARAR COPOLÍMEROS DE ETILENO EM UMA CASCATA DE REATORES". Trata-se de um processo para preparar um copolímero de etileno multimodal em suspensão em uma cascata de reatores que compreende um primeiro reator de polimerização e um ou mais reatores de polimerização subsequentes, que compreende separar a suspensão formada na cascata de reatores em partículas de copolímero de etileno multimodal e meio de suspensão recuperado, purificar uma parte do meio de suspensão recuperado em uma seção de purificação para produzir componentes purificados do meio de suspensão recuperado, e reciclar pelo menos alguns ou uma parte dos componentes purificados do meio de suspensão recuperado para o primeiro reator de polimerização da cascata de reatores, em que os componentes purificados do meio de suspensão recuperado reciclados para o primeiro reator de polimerização, os quais compreendem o diluente, passam por uma hidrogenação catalítica antes de serem introduzidos no primeiro reator de polimerização, e um aparelho para polimerizar monômeros olefínicos em suspensão em uma cascata de reatores.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para
**"PROCESSO PARA PREPARAR UM COPOLÍMERO DE ETILENO
MULTIMODAL EM SUSPENSÃO EM UMA CASCATA DE REATORES
E APARELHO PARA POLIMERIZAR MONÔMEROS OLEFÍNICOS
EM SUSPENSÃO EM UMA CASCATA DE REATORES".**

Campo da invenção

[0001] A presente revelação refere-se a um processo para preparar um copolímero de etileno multimodal em suspensão em uma cascata de reatores. A presente revelação, especificamente, se refere a um processo para preparar um copolímero de etileno multimodal em suspensão em uma cascata de reatores no qual uma suspensão de partículas de copolímero de etileno multimodal formada na cascata de reatores é transferida para um separador e separada em partículas de copolímero de etileno multimodal e meio de suspensão recuperado, sendo que uma parte do meio de suspensão recuperado é purificado em uma seção de purificação para produzir os componentes purificados do meio de suspensão recuperado, e pelo menos alguns ou uma parte dos componentes purificados do meio de suspensão recuperado são reciclados para o primeiro reator de polimerização da cascata de reatores.

Antecedentes da invenção

[0002] Processos para preparar copolímeros de etileno em suspensão em uma cascata de reatores são métodos reconhecidos para produzir polímeros de etileno e, por exemplo, revelados no documento EP 0 905 152 A1 ou no documento WO 2012/028591 A1. Tais processos permitem definir diferentes condições de reação nos reatores de polimerização e produzir, assim, diferentes composições de polímero nos reatores de polimerização individuais. Consequentemente, copolímeros de etileno multimodais produzidos são caracterizados por ter, por exemplo, uma boa combinação de

propriedades de produto e processabilidade. Os processos de suspensão para preparar polímeros de etileno, comumente, empregam um hidrocarboneto ou uma mistura de hidrocarboneto como diluente. O meio de suspensão, que forma o líquido ou a fase supercrítica da suspensão, entretanto, compreende, além do diluente como principal componente, os componentes adicionais também, como etileno dissolvido, comonômeros, alquilas de alumínio, e hidrogênio e produtos de reação dissolvidos, como oligômeros e ceras. Os princípios para produzir copolímero de etileno multimodal em suspensão em uma cascata de reatores são, por exemplo, revelados em F. Alt et al., *Macromol. Symp.* 2001, 163, 135 a 143.

[0003] Sabe-se que as propriedades de polímero dos copolímeros de etileno produzidos não apenas dependem de parâmetros, como a distribuição de peso molecular ou o teor de comonômero, porém também do comonômero incorporado. Com aumento do comprimento da cadeia de comonômero, as propriedades de produto, como desempenho de filme ou resistência à rachadura por tensão ambiental (ESCR), comumente aumentam. Entretanto, os copolímeros de etileno que têm um comonômero de cadeia relativamente curta, como copolímeros de etileno/1-buteno, ainda são polímeros comercialmente importantes.

[0004] Por serem capazes de operar um processo de polimerização de etileno comercialmente bem-sucedido, é necessário que monômeros não reagidos que são descarregados pelo reator de polimerização, juntamente com o polímero produzido, sejam reciclados para o processo de polimerização. Nos processos de polimerização de suspensão, os outros componentes do meio de suspensão também precisam ser reciclados da forma mais econômica possível. Logo, é uma opção reciclar diretamente o meio de suspensão sem separar os componentes. Entretanto, para produzir copolímeros de etileno

multimodais que tenham boas propriedades mecânicas, como uma alta ESCR, geralmente, é necessário que uma dentre as polimerizações em um dentre os reatores de polimerização seja uma homopolimerização de etileno. Isso significa que todas as correntes que alimentam tal reator de polimerização têm de estar isentas de comonômeros. Um método comum para remover componentes indesejados de uma composição líquida da mistura é o da destilação. Entretanto, para que seja possível realizar uma separação efetiva por meio da destilação de uma maneira econômica, os pontos de ebulição dos componentes precisam estar suficientemente distantes.

[0005] Conseqüentemente, tecnologias comuns para preparar polímeros de etileno em suspensão empregam combinações específicas de comonômero e diluente. As combinações comercialmente usadas são, por exemplo, 1-hexeno como comonômero e isobutano como diluente ou 1-buteno como comonômero e hexano como diluente. Entretanto, essas tecnologias não permitem a incorporação de comonômeros que tenham um ponto de ebulição muito similar ao ponto de ebulição do diluente para produzir copolímeros de etileno que tem um componente de homopolímero de etileno em uma instalação de produção de polietileno sob, respectivamente, condições economicamente favoráveis.

[0006] Conseqüentemente, há uma necessidade para superar as desvantagens da técnica anterior e para fornecer um processo, o qual permite a produção de copolímeros de etileno multimodais que tenham uma boa combinação de propriedades de produto e processabilidade em uma cascata de reatores com comonômeros de qualquer ponto de ebulição e que, entretanto, permite uma reciclagem econômica dos componentes do meio de suspensão para os reatores da cascata de reatores.

Sumário da invenção

[0007] A presente revelação refere-se a um processo para preparar um copolímero de etileno multimodal em suspensão em uma cascata de reatores que compreende um primeiro reator de polimerização e um ou mais reatores de polimerização subsequentes que compreendem, polimerizar, na cascata de reatores, etileno e um ou mais C₃-C₁₂-1- alquenos a temperaturas de 40 a 150 °C e pressões de 0,1 a 20 MPa na presença de um catalisador de polimerização e formar uma suspensão de partículas de copolímero de etileno multimodal em um meio de suspensão que compreende um diluente, transferir a suspensão de partículas de copolímero de etileno multimodal para um separador, no qual a suspensão é separada em partículas de copolímero de etileno multimodal e meio de suspensão recuperado, purificar uma parte do meio de suspensão recuperado em uma seção de purificação para produzir componentes purificados do meio de suspensão recuperado, e reciclar pelo menos alguns ou uma parte dos componentes purificados do meio de suspensão recuperado para o primeiro reator de polimerização da cascata de reatores, em que os componentes purificados do meio de suspensão recuperado reciclados para o primeiro reator de polimerização, os quais compreendem o diluente, passam por uma hidrogenação catalítica antes de ser introduzido no primeiro reator de polimerização.

[0008] Em algumas modalidades, os componentes purificados do meio de suspensão recuperado, que são reciclados para o primeiro reator de polimerização, equivalem a 5 a 70% em peso do meio de suspensão recuperado.

[0009] Em algumas modalidades, um homopolímero de etileno é preparado no primeiro reator de polimerização e um copolímero de etileno é preparado em um reator de polimerização subsequente.

[0010] Em algumas modalidades, a diferença entre o ponto de

ebulição normal de um dentre os comonômeros usados para alimentar a cascata de reatores e o ponto de ebulição normal do diluente ou, se o diluente é uma mistura de componentes, a diferença entre o ponto de ebulição normal de um dos comonômeros usados para alimentar a cascata de reatores e o ponto de ebulição normal inicial ou o ponto de ebulição normal final do diluente não é maior do que 15 °C, sendo que os pontos de ebulição normais são definidos como pontos de ebulição a 1.013,25 hPa.

[0011] Em algumas modalidades, o copolímero de etileno multimodal é um copolímero de etileno-1-hexeno.

[0012] Em algumas modalidades, o copolímero de etileno multimodal compreende pelo menos dois comonômeros.

[0013] O copolímero de etileno multimodal compreende pelo menos 1-hexeno e 1-butenos como comonômeros.

[0014] Em algumas modalidades, uma parte do meio de suspensão recuperado é reciclada diretamente para um reator de polimerização subsequente.

[0015] Em algumas modalidades, o processo para produzir a parte purificada do meio de suspensão recuperado inclui uma etapa de evaporar de uma parte do meio de suspensão recuperado e, em seguida, recondensar a parte evaporada do meio de suspensão.

[0016] Em algumas modalidades, o processo para produzir a parte purificada do meio de suspensão recuperado inclui uma etapa de destilação.

[0017] Em algumas modalidades, o processo para produzir os componentes purificados do meio de suspensão recuperado inclui uma etapa de remoção de cera.

[0018] Em algumas modalidades, a suspensão de partículas de polietileno retirada do primeiro reator de polimerização da cascata de reatores é usada para alimentar um separador, sendo que uma parte do

meio de suspensão é separada da suspensão e reciclada para o primeiro reator de polimerização da cascata de reatores, e uma suspensão concentrada de partículas de polietileno é transferida para o próximo reator de polimerização da cascata de reatores.

[0019] Em algumas modalidades, a cascata de reatores compreende pelo menos 3 reatores de polimerização e a suspensão de partículas de polietileno retirada do segundo reator de polimerização é usada para alimentar um separador, sendo que uma parte do meio de suspensão é separada da suspensão e reciclada para o segundo reator de polimerização, e uma suspensão concentrada de partículas de polietileno é transferida para o terceiro reator de polimerização.

[0020] Em algumas modalidades, a presente revelação fornece um aparelho para polimerizar monômeros olefínicos em suspensão em uma cascata de reatores que compreende:

- pelo menos dois reatores de polimerização conectados em série que formam uma cascata de reatores,

- um separador para separar a suspensão em partículas de poliolefina e em um meio de suspensão recuperado,

- linhas de transferência para transferir uma suspensão de partículas de poliolefina em um meio de suspensão de um reator de polimerização da cascata de reatores para o próximo reator de polimerização da cascata de reatores e do último reator de polimerização da cascata de reatores para o separador, e

- uma linha de reciclagem para reciclar partes do meio de suspensão recuperado para o primeiro reator de polimerização da cascata de reatores,

sendo que a linha de reciclagem para reciclar partes do meio de suspensão recuperado para o primeiro reator de polimerização da cascata de reatores está equipada com uma unidade catalítica de hidrogenação.

[0021] Em algumas modalidades do aparelho, a linha de transferência para transferir a suspensão de partículas de poliolefina a partir do primeiro reator de polimerização da cascata de reatores para o próximo reator de polimerização da cascata de reatores está equipada com um separador para separar uma parte do meio de suspensão da suspensão transferida a partir do primeiro reator de polimerização da cascata de reatores para o próximo reator de polimerização da cascata de reatores e sendo que o aparelho compreende adicionalmente uma linha de reciclagem para reciclar o meio de suspensão separado da suspensão no separador instalado entre o primeiro reator de polimerização da cascata de reatores e o próximo reator de polimerização da cascata de reatores para o primeiro reator de polimerização da cascata de reatores.

Breve descrição dos desenhos

[0022] A Figura 1 mostra esquematicamente uma configuração para preparar copolímeros de etileno multimodais de acordo com o processo da presente invenção.

Descrição detalhada da invenção

[0023] A presente revelação refere-se a um processo para preparar um copolímero de etileno multimodal em suspensão em uma cascata de reatores. O termo “multimodal”, pelo presente, refere-se à modalidade do copolímero de etileno obtido e indica que o copolímero de etileno compreende pelo menos duas frações de polímero que são obtidas sob diferentes condições de reação, independentemente se essa modalidade pode ser reconhecida como máximos separados em uma curva de cromatografia de permeação em gel (GPC) ou não. As diferentes condições de polimerização podem, por exemplo, ser alcançadas com o uso de diferentes concentrações de hidrogênio e/ou com o uso de diferentes concentrações de comonômero em diferentes reatores de polimerização. O termo “multimodal” conforme usado no

presente documento também deve incluir “bimodal”.

[0024] Os copolímeros de etileno são preparados polimerizando-se o etileno e um ou mais C₃-C₁₂-1-alquenos na presença de um catalisador de polimerização. Os C₃-C₁₂-1-alquenos podem ser lineares ou ramificados. C₃-C₁₂-1-alquenos preferenciais são C₃-C₁₀-1-alquenos lineares, como propileno, 1-buteno, 1-penteno, 1-hexeno, 1-hepteno, 1-octeno ou 1-deceno, ou C₂-C₁₀-1-alquenos ramificados, como 4-metil-1-penteno. Também é possível polimerizar o etileno com misturas de dois ou mais C₃-C₁₂-1-alquenos. Comonômeros preferenciais são C₃-C₈-1-alquenos, particularmente 1-buteno, 1-penteno, 1-hexeno, 1-hepteno e/ou 1-octeno. A quantidade de unidades nos copolímeros de etileno multimodais preparados derivados dos comonômeros incorporados é, preferencialmente, de 0,01% em peso a 25% em peso; mais preferencialmente, de 0,05% em peso a 15% em peso e particularmente de 0,1% em peso a 12% em peso. É dada preferência específica para processos nos quais o etileno seja copolimerizado com a partir de 0,1% em peso a 12% em peso de 1-hexeno e/ou 1-buteno e especificamente a partir de 0,1% em peso a 12% em peso de 1-hexeno.

[0025] Em uma modalidade preferencial da presente revelação, o copolímero de etileno multimodal é um copolímero de etileno-1-hexeno, isto é, é um copolímero de etileno que foi obtido por meio da copolimerização de etileno como monômero principal e 1-hexeno como comonômero.

[0026] Em outra modalidade preferencial da presente revelação, o copolímero de etileno multimodal compreende pelo menos dois comonômeros, isto é, o copolímero de etileno multimodal é um terpolímero ou um copolímero que compreende mais do que dois tipos de comonômeros. Especificamente, copolímeros de etileno preferenciais compreendem, pelo menos, 1-hexeno e 1-buteno como comonômeros.

[0027] A polimerização pode ser realizada com o uso de todos os catalisadores de polimerização de olefina habituais. Isso significa que a polimerização pode ser realizada, por exemplo, com o uso de catalisadores Phillips à base de óxido de cromo, com o uso de Ziegler à base de titânio - ou catalisadores Ziegler-Natta, com o uso catalisadores de sítio único ou com o uso de misturas de tais catalisadores. Para os propósitos da presente revelação, catalisadores de sítio único são catalisadores à base de compostos de coordenação de metal de transição quimicamente uniformes. Adicionalmente, também é possível usar misturas de dois ou mais dentre esses catalisadores para a polimerização de olefinas. Tais catalisadores misturados são frequentemente projetados como catalisadores híbridos. A preparação e o uso desses catalisadores para polimerização de olefina são geralmente conhecidos.

[0028] Os catalisadores preferenciais são do tipo Ziegler que compreendem, preferencialmente, um composto de titânio ou vanádio, um composto de magnésio e, opcionalmente, um composto doador de elétrons e/ou um óxido inorgânico particulado como um material de suporte.

[0029] Os catalisadores do tipo Ziegler são normalmente polimerizados na presença de um cocatalisador. Cocatalisadores preferenciais são compostos organometálicos de metais de Grupos 1, 2, 12, 13 ou 14 da Tabela Periódica de Elementos, em particular, compostos organometálicos de metais de Grupo 13 e, especialmente, compostos de organoalumínio. Os cocatalisadores preferenciais são, por exemplo, alquilas organometálicas, alcóxidos organometálicos ou haletos organometálicos.

[0030] Os compostos organometálicos preferenciais compreendem alquilas de lítio, alquilas de magnésio ou de zinco, alquil haletos de magnésio, alquilas de alumínio, alquilas de silício, alcóxidos de silício e

alquil haletos de silício. Mais preferencialmente, os compostos organometálicos compreendem alquilas de alumínio e alquilas de magnésio. Ainda mais preferencialmente, os compostos organometálicos compreendem alquilas de alumínio, mais preferencialmente compostos de trialquilalumínio ou compostos desse tipo em que um grupo alquila é substituído por um átomo de halogênio, por exemplo, por cloro ou bromo. Exemplos de tais alquilas de alumínio são cloreto de trimetilalumínio, trietilalumínio, tri-isobutilalumínio, tri-n-hexilalumínio ou dietilalumínio ou suas misturas.

[0031] O processo da presente revelação compreende uma polimerização que ocorre em um meio, o denominado meio de suspensão, que está em líquido ou em estado supercrítico sob as condições no respectivo reator de polimerização e em que o polímero de etileno produzido é insolúvel e forma as partículas sólidas. O teor de sólidos da suspensão está, geralmente, na faixa de 10 a 80% em peso, preferencialmente na faixa de 20 a 40% em peso.

[0032] O meio de suspensão, que forma o líquido ou a fase supercrítica da suspensão, comumente compreende, como principal componente, um diluente, porém também compreende componentes adicionais como, por exemplo, comonômeros ou monômeros dissolvidos, cocatalisadores dissolvidos ou sequestrantes, como alquilas de alumínio, auxiliares de reação dissolvidos, como hidrogênio ou produtos de reação dissolvidos da polimerização reação como oligômeros ou ceras. Diluentes adequados devem ser inertes, isto é, não devem decompor sob condições de reação. Tais diluentes são, por exemplo, hidrocarbonetos que têm de 3 a 12 átomos de carbono e, em particular, hidrocarbonetos saturados como isobutano, butano, propano, isopentano, pentano, hexano ou octano, ou uma mistura dos mesmos. Em uma modalidade preferencial, o diluente é uma mistura de hidrocarboneto. Para produzir as misturas de hidrocarboneto a partir de

um material bruto, é necessária uma demanda menor para separar os componentes do material bruto do que para produzir um hidrocarboneto específico, e, em conformidade, as misturas de hidrocarboneto são economicamente mais atrativas como diluente, porém apresentam o mesmo desempenho de diluente do que os hidrocarbonetos específicos. Entretanto, as misturas de hidrocarboneto podem ter uma faixa de ponto de ebulição.

[0033] Ao realizar uma copolimerização de etileno com um comonômero, que tem um ponto de ebulição que está próximo ao ponto de ebulição do diluente ou que está dentro de uma faixa de ponto de ebulição do diluente, uma separação do comonômero a partir do diluente por meio da evaporação ou da destilação não é a forma mais econômica possível. Ao usar uma mistura de componentes como diluente, isso poderia até mesmo implicar em uma separação necessária do diluente em componentes com alta ebulição e em componentes com baixa ebulição. Conseqüentemente, o processo da presente revelação é, especificamente, adequado quando os pontos de ebulição do diluente e de um dos comonômeros estão próximos ou se sobrepõem, porque o processo permite reciclar o diluente para um reator de polimerização, em que uma homopolimerização de etileno é realizada, sem separar o comonômero do diluente.

[0034] Portanto, em uma modalidade preferencial da presente revelação, a diferença entre o ponto de ebulição normal de um dos comonômeros usado para alimentar a cascata de reatores e o ponto de ebulição normal do diluente ou, se o diluente é uma mistura de componentes, a diferença entre o ponto de ebulição normal de um dos comonômeros usado para alimentar a cascata de reatores e o ponto de ebulição normal inicial ou o ponto de ebulição normal final do diluente não é maior do que 15 °C, preferencialmente não é maior do que 10 °C, e particularmente não é maior do que 6 °C, quando os pontos de

ebulição normais são definidos como pontos de ebulição a 1.013,25 hPa.

[0035] O processo da presente revelação pode ser realizado com o uso de todos os processos de polimerização de suspensão industrialmente conhecidos a temperaturas na faixa de 40 a 150 °C, preferencialmente de 50 a 130 °C e particular e preferencialmente de 60 a 90 °C, e sob pressões de 0,1 a 20 MPa e particular e preferencialmente de 0,3 a 5 MPa. Os processos desse tipo são, geralmente, conhecidos pelas pessoas versadas na técnica.

[0036] O processo da presente revelação é realizado em uma cascata de reatores de pelo menos dois reatores de polimerização que estão conectados em série. A cascata de reatores compreende um primeiro reator de polimerização e um ou mais reatores de polimerização subsequentes. Esses reatores não estão restritos a qualquer projeto específico, preferencialmente esses reatores são, entretanto, reatores de ciclo ou reatores de tanque agitado. É possível que o processo da presente invenção seja apenas realizado em uma série de dois reatores, um primeiro reator de polimerização e um segundo reator de polimerização como um reator subsequente. Entretanto, também é possível que haja dois ou mais reatores de polimerização subsequentes dispostos a jusante do primeiro reator de polimerização. Preferencialmente, diferentes condições de polimerização são estabelecidas em cada um dos reatores de polimerização. A cascata de reatores também pode compreender um ou mais reatores de polimerização adicionais, como reatores de pré-polimerização a montante do primeiro reator de polimerização.

[0037] Em uma modalidade preferencial do processo da presente revelação, o homopolímero de etileno é preparado no primeiro reator de polimerização e um copolímero de etileno é preparado em um reator de polimerização subsequente. Para que seja possível preparar um

homopolímero de etileno no primeiro reator de polimerização, nenhum comonômero é usado para alimentar o primeiro reator de polimerização, seja diretamente ou como um componente de uma corrente de alimentação ou uma corrente de reciclagem que é introduzida no primeiro reator de polimerização da cascata de reatores. Se a cascata de reatores compreender um ou mais reatores de pré-polimerização, a pré-polimerização é, preferencialmente, realizada sem a adição de comonômeros.

[0038] Os reatores de polimerização do processo da presente revelação são, preferencialmente, reatores únicos. Entretanto, também é possível, especificamente para o primeiro reator de polimerização, ter dois ou mais reatores, dispostos em paralelo ou em série, para operar sob condições idênticas ou sob condições substancialmente idênticas e para atuar como o primeiro reator de polimerização do processo da presente revelação.

[0039] Em uma modalidade preferencial da presente revelação, o copolímero de etileno multimodal da presente revelação é preparado em uma série de um primeiro reator e um reator de polimerização subsequente, em que o polietileno preparado no primeiro reator de polimerização é um homopolímero de etileno, preferencialmente um homopolímero de etileno de baixo peso molecular, e o polietileno preparado no reator de polimerização subsequente é um copolímero de etileno, preferencialmente um copolímero de alto peso molecular. Os copolímeros de etileno multimodais então obtidos, preferencialmente, compreendem de 35 a 65% em peso de homopolímero de etileno preparado no primeiro reator de polimerização e de 35 a 65% em peso de copolímero de etileno preparado no reator de polimerização subsequente.

[0040] Em outra modalidade preferencial da presente revelação, o copolímero de etileno multimodal da presente revelação é preparado em

uma série de três reatores de polimerização, isto é, em um primeiro reator de polimerização e em dois reatores de polimerização subsequentes, em que o polietileno preparado no primeiro reator de polimerização é um homopolímero de etileno, preferencialmente um homopolímero de etileno de baixo peso molecular, o polietileno preparado em um dos reatores de polimerização subsequente é um copolímero de etileno, preferencialmente um copolímero de alto peso molecular, e o polietileno preparado em outro reator de polimerização subsequente é um copolímero de etileno com um alto peso molecular, preferencialmente um copolímero de peso molecular ultra-alto. Os copolímeros de etileno multimodais então obtidos, preferencialmente, compreendem de 30 a 60% em peso; mais preferencialmente, de 45 a 55% em peso de homopolímero de etileno preparado no primeiro reator de polimerização, de 30 a 65% em peso; mais preferencialmente, de 20 a 40% em peso de copolímero de etileno preparado em um reator de polimerização subsequente, e de 1 a 30% em peso; mais preferencialmente, de 15 a 30% em peso de copolímero de etileno de alto peso molecular preparado no outro reator de polimerização subsequente.

[0041] No processo da presente revelação, a suspensão de partículas de copolímero de etileno multimodal formada na cascata de reatores é transferida para um separador, em que as partículas de copolímero de etileno multimodal são separadas do meio de suspensão. Essa separação em partículas de copolímero de etileno multimodal e meio de suspensão recuperado pode ser realizada em todos os aparelhos de separação adequados, como centrífugas, decantadores, filtros ou combinações dos mesmos. Preferencialmente, o separador é uma centrífuga. Em uma modalidade preferencial da presente revelação, a suspensão retirada da cascata de reatores é, primeiro, transferida para um recipiente de alimentação do separador e

transportada a partir do recipiente de alimentação do separador para o separador.

[0042] Tipicamente, o meio de suspensão recuperado compreende mais do que 80% em peso de diluente. Componentes adicionais do meio de suspensão recuperado são etileno, comonômeros, alquilas de alumínio, e hidrogênio e produtos de reação dissolvidos, como oligômeros e ceras.

[0043] Preferencialmente, a maior parte do meio de suspensão recuperado é reciclada para a cascata de reatores. Preferencialmente, todos os reatores de polimerização da cascata de reatores são dotados de partes recicladas do meio de suspensão recuperado. Preferencialmente, de 90 a 99,99% em peso; mais preferencialmente, de 95 a 99,5% em peso, e particularmente de 98 a 99% em peso do meio de suspensão recuperado são reciclados para a cascata de reatores. As partes do meio de suspensão recuperado que não são recicladas para a cascata de reatores incluem, por exemplo, lavagens contínuas de bombas, gás de combustão que pode ser ventilado para purgar as impurezas gasosas das correntes de alimentação ou subprodutos gasosos do processo de polimerização ou produtos de reação dissolvidos, como ceras, que são intencionalmente removidos do meio de suspensão recuperado.

[0044] O meio de suspensão recuperado é, preferencialmente, primeiro usado para alimentar um recipiente de coleta de meio de suspensão e, para ser reciclado para os reatores de polimerização da cascata de reatores, sendo que o meio de suspensão recuperado é retirado do recipiente de coleta de meio de suspensão.

[0045] As partículas de copolímero de etileno multimodal obtidas no separador, comumente, ainda estão úmidas e têm, preferencialmente, um teor de meio de suspensão na faixa de 15% em peso a 40% em peso e, mais preferencialmente, de 20% em peso a 35% em peso. As

partículas de copolímero de etileno multimodal separadas são, em conformidade com a preferência, usadas para alimentar uma seção de secagem em dois estágios em que o meio de suspensão residual é retirado das partículas de copolímero de etileno multimodal com nitrogênio a quente em ciclos fechados. As partículas de copolímero de etileno multimodal secas são, preferencial e pneumaticamente, transportadas para uma seção de extrusão em que as quantidades adequadas de aditivos sejam adicionadas e a mistura seja fundida, homogeneizada e peletizada. Preferencialmente, a maior parte dos componentes do meio de suspensão, que são separados das partículas de copolímero de etileno multimodal no processo de secagem, é coletada e reciclada para a cascata de reatores.

[0046] No processo da presente revelação, uma parte do meio de suspensão recuperado é purificada em uma seção de purificação para produzir componentes purificados do meio de suspensão recuperado. Purificação, no contexto da presente revelação, significa que uma composição é separada em uma ou mais composições separadas ou que um ou mais componentes de uma composição são removidos da composição e uma composição purificada sem componente removido (ou componentes removidos), ou pelo menos substancialmente desprovida do mesmo, é obtida. Uma purificação pode, entretanto, ir tão longe que os componentes individuais da composição estejam isolados. Tal processo de purificação pode, por exemplo, incluir os componentes de remoção do meio de suspensão recuperado, que têm, significativamente, ponto de ebulição menor do que o do diluente, a partir do meio de suspensão recuperado, e/ou componentes de remoção do meio de suspensão, que têm, significativamente, ponto de ebulição maior do que o do diluente, por exemplo oligômeros ou ceras, a partir do meio de suspensão recuperado. A quantidade de meio de suspensão recuperado que passa pela seção de purificação é,

preferencialmente, de 1 a 90% em peso; mais preferencialmente, de 5 a 80% em peso do meio de suspensão recuperado reciclado para a cascata de reatores. Em uma modalidade preferencial do processo de purificação, o meio de suspensão recuperado é separado em dois ou mais componentes que são reciclados para a cascata de reatores em circuitos de reciclagem individuais. Após a separação, cada um dos circuitos de reciclagem individuais pode compreender, adicionalmente, etapas de purificação. Os componentes do meio de suspensão recuperado, que podem ser reciclados para a cascata de reatores nos circuitos de reciclagem individuais, podem ser, além do diluente, etileno e comonômeros. Os componentes purificados do meio de suspensão recuperado podem ser transferidos para qualquer um dentre os reatores da cascata de reatores.

[0047] Preferencialmente, o processo para produzir os componentes purificados do meio de suspensão recuperado inclui uma etapa de evaporar de uma parte do meio de suspensão recuperado e, em seguida, recondensar a parte evaporada do meio de suspensão. Tipicamente, a parte evaporada do meio de suspensão recuperado compreende etileno, hidrogênio, aqueles comonômeros, que têm um ponto de ebulição menor ou similar do que o do diluente usado, e partes do diluente. Isso significa, quando, por exemplo, n-hexano ou uma mistura de isômeros de hexano é usado como diluente e 1-buteno é usado como comonômero, a maioria do 1-buteno compreendida no meio de suspensão recuperado forma uma parte da parte evaporada do meio de suspensão. Preferencialmente, a maior parte da parte evaporada do meio de suspensão recuperado é reciclada para um ou mais dos reatores de polimerização em circuitos de reciclagem individuais; com máxima preferência, após ter passado por uma ou mais etapas de purificação adicionais.

[0048] Em uma modalidade particularmente preferencial da

presente revelação, o processo para produzir os componentes purificados do meio de suspensão recuperado inclui uma etapa de destilação. Preferencialmente, o componente de menor ponto de ebulição obtido por meio da destilação compreende etileno, hidrogênio, aqueles comonômeros, que têm um ponto de ebulição menor ou similar do que o do diluente usado, e partes do diluente. Isso significa que, quando, por exemplo, n-hexano ou uma mistura de isômeros de hexano é usado como diluente e 1-buteno é usado como comonômero, a maioria do 1-buteno compreendida no meio de suspensão recuperado forma uma parte do componente de menor ponto de ebulição obtido por meio da destilação. Preferencialmente, a maior parte do componente de menor ponto de ebulição obtido por meio da destilação é reciclada para um ou mais dos reatores de polimerização em circuitos de reciclagem individuais; com máxima preferência, após ter passado por uma ou mais etapas de purificação adicionais.

[0049] Preferencialmente, o componente de maior ponto de ebulição obtido por meio da destilação compreende a maioria do diluente e aqueles comonômeros, que têm um ponto de ebulição maior ou similar àquele do diluente usado. Preferencialmente, a maior parte do componente de maior ponto de ebulição obtido por meio da destilação é reciclada para um ou mais dos reatores de polimerização; com máxima preferência, após ter passado por uma ou mais etapas de purificação adicionais.

[0050] Preferencialmente, o processo para produzir os componentes purificados do meio de suspensão recuperado na seção de purificação inclui uma etapa de remoção de cera. A cera retirada a partir do processo de polimerização pode ser queimada para gerar energia ou pode ser vendida como subproduto do processo de polimerização.

[0051] O processo para produzir os componentes purificados do

meio de suspensão recuperado pode compreender, adicionalmente, etapas adicionais de purificação, como, por exemplo, uma purificação por meio de adsorção, uma purificação por meio de absorção ou uma purificação por meio de um processo de purificação de membrana.

[0052] No processo da presente revelação, pelo menos alguns ou uma parte dos componentes purificados do meio de suspensão recuperado são reciclados para o primeiro reator de polimerização da cascata de reatores. Os componentes do meio de suspensão recuperado que são, preferencialmente, reciclados para o primeiro reator de polimerização da cascata de reatores são diluente e etileno. Esses componentes são, preferencialmente, reciclados em circuitos de reciclagem individuais.

[0053] Preferencialmente, de 5 a 70% em peso do meio de suspensão recuperado são reciclados como componentes purificados do meio de suspensão recuperado para o primeiro reator de polimerização da cascata de reatores; mais preferencialmente, de 10 a 60% em peso e, particularmente, de 15 a 50% em peso do meio de suspensão recuperado são reciclados para o primeiro reator de polimerização da cascata de reatores.

[0054] De acordo com o processo da presente revelação, os componentes purificados do meio de suspensão recuperado reciclados para o primeiro reator de polimerização, cujos compreendem o diluente, passam por uma hidrogenação catalítica antes de serem introduzidos no primeiro reator de polimerização. Uma hidrogenação catalítica é uma reação química em que os compostos químicos insaturados são reagidos com hidrogênio na presença de um catalisador de hidrogenação. Os compostos químicos insaturados que podem estar compreendidos no meio de suspensão para serem reciclados para o primeiro reator de polimerização podem ser vários compostos químicos que são introduzidos na cascata de reatores como impurezas das

correntes de alimentação ou que têm sido formados em reações do lado do processo de polimerização. Entretanto, as partes principais dos compostos químicos insaturados, que são hidrogenadas de acordo com a presente revelação, são etileno remanescente e, predominantemente, o comonômero ou os comonômeros.

[0055] A hidrogenação catalítica pode ser realizada na fase líquida ou na fase gasosa e é, preferencialmente, realizada na fase líquida.

[0056] Como catalisadores de hidrogenação, o uso pode ser produzido a partir dos catalisadores habituais para hidrogenação, por exemplo, catalisadores à base de platina, paládio, ródio ou metais de transição, como molibdênio, tungstênio, cromo ou ferro, cobalto, cobre e níquel, que podem ser usados individualmente ou em mescla, geralmente aplicados em suportes como carbono ativado, cerâmica, etc. A hidrogenação é, geralmente, realizada a partir de 50 a 300 °C, preferencialmente a partir de 100 a 250 °C.

[0057] Exemplos de catalisadores de hidrogenação para as hidrogenações na fase gasosa são composições à base de paládio ou de platina, particularmente preferencial de platina ou de paládio em alumina. Exemplos de catalisadores de hidrogenação para as hidrogenações do método na fase líquida são catalisadores à base de níquel ou de cobalto ativado por triálquialumínios, como cobalto(acetilacetato) ou níquel(octanoato); catalisadores de ródio, como catalisador de Wilkinson ($\text{Rh}(\text{PPh}_3)_3\text{Cl}$); catalisadores de rutênio, como $\text{Ru}(\text{H})\text{Cl}(\text{PPh}_3)_3$. Alternativamente, catalisadores de platina heterogênea, de óxido de platina ou de paládio podem ser usados como uma suspensão no meio de reação. Os catalisadores de hidrogenação que podem ser usados para os métodos 1) e 2) são descritos em "Catalytic Hydrogenation" (R.L. Augustine, editora Dekker, Nova Iorque, 1965) e em "Advanced Organic Chemistry", 4ª Edição, p. 771 a 780 (J. March, editora Wiley, Nova Iorque, 1992).

[0058] Em uma modalidade preferencial da presente revelação, uma parte do meio de suspensão recuperado é reciclada diretamente para um reator de polimerização subsequente. Preferencialmente, todos os reatores de polimerização subsequentes da cascata de reatores são dotados de partes diretamente recicladas do meio de suspensão recuperado. Isso significa que as partes do meio de suspensão recuperado são, preferencialmente, recicladas para o segundo reator e o reator opcional de polimerização adicional subsequente, ainda compreendem, além do diluente, comonômeros e etileno não reagidos, cocatalisadores ou sequestrantes, como alquilas de alumínio, auxiliares de reação dissolvidos, como hidrogênio e produtos de reação dissolvidos da reação de polimerização, como oligômeros ou ceras. A reciclagem direta do meio de suspensão separada economiza os esforços em relação a trabalhar os materiais e permite o reuso do cocatalisador e comonômero contidos ou comonômeros, reduzindo, assim, os custos operacionais gerais. Preferencialmente, de 10 a 99% em peso e, mais preferencialmente, de 20 a 95% em peso do meio de suspensão recuperado são reciclados diretamente para a cascata de reatores.

[0059] Preferencialmente, o diluente fresco que é introduzido na cascata de reatores para substituir as perdas de diluente não é diretamente usado para alimentar um dos reatores de polimerização, porém é usado para alimentar um componente da seção de purificação ou é adicionado à parte do meio de suspensão recuperado que é transferida para a seção de purificação.

[0060] O processo da presente revelação permite produzir copolímeros de etileno multimodais que tenham uma boa combinação de propriedades de produto e processabilidade em uma cascata de reatores sob condições economicamente favoráveis, visto que o meio de suspensão recuperado reciclado para o primeiro reator de

polimerização da cascata de reatores é isento de comonômeros e, assim, é possível produzir um homopolímero de etileno no primeiro reator de polimerização e, entretanto, usar componentes reciclados do meio de suspensão para formar partes principais do meio de suspensão no primeiro reator de polimerização.

[0061] Em uma modalidade preferencial da presente revelação, a suspensão de partículas de polietileno retirada do primeiro reator de polimerização da cascata de reatores é usada para alimentar um separador, sendo que uma parte do meio de suspensão é separada da suspensão e reciclada para o primeiro reator de polimerização da cascata de reatores, e uma suspensão concentrada de partículas de polietileno é transferida para o próximo reator de polimerização da cascata de reatores. Os separadores adequados para separar uma parte do meio de suspensão da suspensão retirada do primeiro reator de polimerização podem ser centrífugas, filtros, ciclones, concentradores (espessantes) ou combinações dos mesmos. Reciclando-se uma parte do meio de suspensão da suspensão retirada do primeiro reator de polimerização diretamente de volta para o primeiro reator de polimerização, a quantidade de componentes hidrogenados do meio de suspensão recuperado que são necessários para substituir a suspensão retirada do primeiro reator de polimerização é reduzida e, conseqüentemente, os custos operacionais para tal processo são reduzidos.

[0062] Em outra modalidade preferencial da presente revelação, a cascata de reatores compreende, pelo menos, três reatores de polimerização e não apenas a suspensão transferida do primeiro reator de polimerização para o segundo reator de polimerização passa por um separador, como também a suspensão transferida do segundo reator de polimerização para o terceiro reator de polimerização passa por um separador. Reciclando-se uma parte do meio de suspensão da

suspensão retirada do segundo reator de polimerização diretamente de volta para o segundo reator de polimerização, a quantidade de meio de suspensão transferida do segundo para o terceiro reator de polimerização é minimizada e, conseqüentemente, a quantidade de comonômero transferida do segundo para o terceiro.

[0063] O reator de polimerização é minimizado. Tal abordagem é preferencial para o uso de diferentes comonômeros no segundo e no terceiro reatores de polimerização ou para o uso de misturas de comonômero de uma composição diferente no segundo e no terceiro reatores de polimerização. Um exemplo do mesmo poderia ser o uso, principalmente, de 1-buteno como comonômero no segundo reator de polimerização e o uso, principalmente, de 1-hexeno como comonômero no terceiro reator de polimerização ou vice-versa.

[0064] A Figura 1 mostra esquematicamente uma configuração para preparar copolímeros de etileno multimodais, de acordo com um processo da presente revelação, em que a polimerização ocorre em uma série de três reatores.

[0065] Para polimerizar as olefinas em um primeiro reator de polimerização (1) em suspensão, os componentes reciclados purificados de um meio de suspensão recuperado são usados para alimentar o reator (1) por meio de uma linha de alimentação (2). Os outros componentes da mistura de reação, como catalisador, etileno, comonômeros possíveis e auxiliares de polimerização são usados para alimentar o reator por meio de uma ou mais linhas de alimentação (3). Como resultado da polimerização no reator (1), uma suspensão de partículas sólidas de polietileno em um meio de suspensão é formada. Essa suspensão é usada para alimentar, por meio da linha (4), um separador (5) em que a suspensão formada no reator (1) é separada em uma suspensão concentrada, que é transferida por meio da linha (6) para um segundo reator de polimerização (7), e um meio de suspensão

líquido que é reciclado para o primeiro reator de polimerização (1) por meio da linha (8).

[0066] Dentro do reator de polimerização (7), ocorre, ainda, a polimerização. O meio de suspensão recuperado diretamente reciclado é usado para alimentar o reator (7) por meio das linhas (21), (22) e (24) e os componentes reciclados purificados do meio de suspensão recuperado podem ser usados para alimentar o reator (7) por meio das linhas (41) e (24). Etileno fresco, comonômero ou componentes adicionais da mistura de reação podem ser usados para alimentar o reator (7) por meio de uma ou mais linhas de alimentação (9). A suspensão de reator (7) é, depois disso, usada para alimentar, por meio da linha (10), um terceiro reator de polimerização (11) em que a polimerização adicional é realizada. O meio de suspensão recuperado diretamente reciclado é usado para alimentar o reator (11) por meio das linhas (21) e (23) e os componentes reciclados purificados do meio de suspensão recuperado podem ser usados para alimentar o reator (11) por meio das linhas (41) e (22). Uma ou mais linhas de alimentação (12) permitem a alimentação suplementar com etileno, comonômero ou componentes adicionais da mistura de reação do reator (11).

[0067] A suspensão de partículas sólidas de copolímero de etileno multimodal formada no reator (11) é continuamente transferida por meio da linha (13) para um recipiente de alimentação do separador (14). A suspensão é, então, transportada por meio da linha (15) para a centrífuga (16), em que a suspensão é separada em partículas sólidas de copolímero de etileno multimodal e meio de suspensão líquido recuperado. As partículas de copolímero de etileno multimodal isoladas são conduzidas por meio da linha (17) para um secador (não mostrado) e, depois disso, para uma unidade de peletização (não mostrado).

[0068] O meio de suspensão recuperado é transferido por meio da linha (18) para um recipiente de coleta de meio de suspensão (19). A

partir do mesmo, o meio de suspensão recuperado pode ser reciclado através de bomba (20) por meio das linhas (21) e (22) e das linhas (23) e (24) para o reator de polimerização (7) e/ou para o reator de polimerização (11).

[0069] Uma parte do meio de suspensão recuperado é ramificada para fora da linha (21) e transferida por meio da linha (25) para uma seção de purificação que compreende um evaporador (26), uma coluna de destilação (34) e uma unidade adsorvente (37). O meio de suspensão recuperado ramificado para fora através da linha (21) é transportado para o evaporador (26). As maiores frações de ponto de ebulição do meio de suspensão recuperado são retiradas da parte inferior do evaporador (26) através da linha (27) e transferidas para um recipiente do separador de cera (28). A cera líquida é retirada da parte inferior do recipiente do separador de cera (28) através da linha (29) e transportada para uma unidade de incineração (não mostrado), por exemplo, para a geração de vapor, ou para uma unidade de solidificação (não mostrado) para ser vendida. Uma fração gasosa é retirada da parte superior do recipiente do separador de cera (28) através da linha (30), que passa através do trocador de calor (31) para ser condensada e enviada através da linha (25) de volta para o evaporador (26).

[0070] As frações do meio de suspensão recuperado que são evaporadas no evaporador (26) são retiradas da parte superior do evaporador (26), através da linha (32) que passa através do trocador de calor (33), para serem condensadas e transferidas para uma coluna de destilação (34). Os componentes de baixo ponto de ebulição são retirados da parte superior da coluna de destilação (34) através da linha (35). Ao operar a polimerização nos reatores (1), (7) e (11) com 1-buteno como comonômero, o 1-buteno é retirado através da linha (35) e transferido para uma unidade de recuperação de 1-buteno (não mostrado) para purificar o 1-buteno e para reciclar o 1-buteno para um

ou mais dos reatores de polimerização da cascata de reatores.

[0071] A corrente inferior da coluna de destilação (34) é transferida por meio da linha (36) para uma unidade adsorvente (37) para remover as impurezas polares. Após ter passado pela unidade adsorvente (37), a parte da corrente inferior a ser reciclada para os reatores de polimerização (7) e (11) é transferida por meio da linha (38) para um recipiente de coleta de corrente inferior (39). A partir do mesmo, a corrente inferior é reciclada, através da bomba (40), por meio da linha (41) e das linhas (23) e (24) para o reator de polimerização (7) e/ou para o reator de polimerização (11).

[0072] A parte da corrente inferior a ser reciclada para o primeiro reator de polimerização (1), é transferida, após ter passado pela unidade adsorvente (37), por meio da linha (42) para uma unidade catalítica de hidrogenação (43). A corrente inferior hidrogenada é transferida por meio da linha (44) para um recipiente de coleta de corrente inferior hidrogenada (45). A partir do mesmo, a corrente inferior hidrogenada é reciclada, através da bomba (46), por meio da linha (2) para o primeiro reator de polimerização (1).

[0073] Para substituir as perdas de diluente, por exemplo, descarregando-se o diluente juntamente com as partículas de copolímero de etileno multimodal e não se recuperando completamente o diluente no processo de secagem das partículas de copolímero de etileno multimodal, o diluente fresco é usado para alimentar a seção de purificação por meio da linha (47).

[0074] A presente revelação, adicionalmente, fornece um aparelho para polimerizar monômeros olefínicos em suspensão em uma cascata de reatores que compreende:

- pelo menos dois reatores de polimerização conectados em série que formam uma cascata de reatores,
- um separador para separar a suspensão em partículas de

poliolefina e em um meio de suspensão recuperado,

- linhas de transferência para transferir uma suspensão de partículas de poliolefina em um meio de suspensão de um reator de polimerização da cascata de reatores para o próximo reator de polimerização da cascata de reatores e do último reator de polimerização da cascata de reatores para o separador, e

- uma linha de reciclagem para reciclar partes do meio de suspensão recuperado para o primeiro reator de polimerização da cascata de reatores, sendo que a linha de reciclagem para reciclar partes do meio de suspensão recuperado para o primeiro reator de polimerização da cascata de reatores está equipada com uma unidade catalítica de hidrogenação.

[0075] Preferencialmente, a linha de transferência para transferir a suspensão de partículas de poliolefina a partir do primeiro reator de polimerização da cascata de reatores para o próximo reator de polimerização da cascata de reatores está equipada com um separador para separar uma parte do meio de suspensão da suspensão transferida a partir do primeiro reator de polimerização da cascata de reatores para o próximo reator de polimerização da cascata de reatores e sendo que o aparelho compreende adicionalmente uma linha de reciclagem para reciclar o meio de suspensão separado da suspensão no separador instalado entre o primeiro reator de polimerização da cascata de reatores e o próximo reator de polimerização da cascata de reatores para o primeiro reator de polimerização da cascata de reatores.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para preparar um copolímero de etileno multimodal em suspensão em uma cascata de reatores que compreende um primeiro reator de polimerização e um ou mais reatores de polimerização subsequentes, caracterizado pelo fato de que compreende,

polimerizar, na cascata de reatores, o etileno e um ou mais C₃-C₁₂-1-alquenos a temperaturas de 40 a 150°C e pressões de 0,1 a 20 MPa na presença de um catalisador de polimerização e formar uma suspensão de partículas de copolímero de etileno multimodal em um meio de suspensão que compreende um diluente,

transferir a suspensão de partículas de copolímero de etileno multimodal para um separador, no qual a suspensão é separada em partículas de copolímero de etileno multimodal e meio de suspensão recuperado,

purificar uma parte do meio de suspensão recuperado em uma seção de purificação para produzir componentes purificados do meio de suspensão recuperado, e

reciclar pelo menos alguns ou uma parte dos componentes purificados do meio de suspensão recuperado para o primeiro reator de polimerização da cascata de reatores,

em que os componentes purificados do meio de suspensão recuperado reciclados para o primeiro reator de polimerização, os quais compreendem o diluente, passam por uma hidrogenação catalítica antes de serem introduzidos no primeiro reator de polimerização.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os componentes purificados do meio de suspensão recuperado, que são reciclados para o primeiro reator de polimerização, equivalem a 5 a 70% em peso do meio de suspensão recuperado.

3. Processo de acordo com a reivindicação 1 ou 2,

caracterizado pelo fato de que um homopolímero de etileno é preparado no primeiro reator de polimerização e um copolímero de etileno é preparado em um reator de polimerização subsequente.

4. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que a diferença entre o ponto de ebulição normal de um dos comonômeros alimentados à cascata de reatores e o ponto de ebulição normal do diluente ou, se o diluente é uma mistura de componentes, a diferença entre o ponto de ebulição normal de um dos comonômeros alimentados à cascata de reatores e o ponto de ebulição normal inicial ou o ponto de ebulição normal final do diluente não é maior do que 15°C, sendo que os pontos de ebulição normais são definidos como pontos de ebulição a 1.013,25 hPa.

5. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que o copolímero de etileno multimodal é um copolímero de etileno-1-hexeno.

6. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que o copolímero de etileno multimodal compreende pelo menos dois comonômeros.

7. Processo de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o copolímero de etileno multimodal compreende pelo menos 1-hexeno e 1-butenos como comonômeros.

8. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que uma parte do meio de suspensão recuperado é reciclada diretamente para um reator de polimerização subsequente.

9. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que o processo para produzir a parte purificada do meio de suspensão recuperado inclui uma etapa de evaporar uma parte do meio de suspensão recuperado e, em seguida, recondensar a parte evaporada do meio de suspensão.

10. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de que o processo para produzir a parte purificada do meio de suspensão recuperado inclui uma etapa de destilação.

11. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de que o processo para produzir os componentes purificados do meio de suspensão recuperado inclui uma etapa de remoção de cera.

12. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de que a suspensão de partículas de polietileno retirada do primeiro reator de polimerização da cascata de reatores é alimentada a um separador, sendo que uma parte do meio de suspensão é separada da suspensão e reciclada para o primeiro reator de polimerização da cascata de reatores, e uma suspensão concentrada de partículas de polietileno é transferida para o próximo reator de polimerização da cascata de reatores.

13. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizado pelo fato de que a cascata de reatores compreende pelo menos 3 reatores de polimerização e a suspensão de partículas de polietileno retirada do segundo reator de polimerização é alimentada a um separador, sendo que uma parte do meio de suspensão é separada da suspensão e reciclada para o segundo reator de polimerização, e uma suspensão concentrada de partículas de polietileno é transferida para o terceiro reator de polimerização.

14. Aparelho para polimerizar monômeros olefínicos em suspensão em uma cascata de reatores, caracterizado pelo fato de que compreende:

- pelo menos dois reatores de polimerização conectados em série formando uma cascata de reatores,

- um separador para separar a suspensão em partículas de poliolefina e um meio de suspensão recuperado,

- linhas de transferência para transferir uma suspensão de partículas de poliolefina em um meio de suspensão a partir de um reator de polimerização da cascata de reatores para o próximo reator de polimerização da cascata de reatores e a partir do último reator de polimerização da cascata de reatores para o separador, e

- uma linha de reciclagem para reciclar partes do meio de suspensão recuperado para o primeiro reator de polimerização da cascata de reatores,

em que a linha de reciclagem para reciclar partes do meio de suspensão recuperado para o primeiro reator de polimerização da cascata de reatores está equipada com uma unidade de hidrogenação catalítica.

15. Aparelho de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que a linha de transferência para transferir a suspensão de partículas de poliolefina a partir do primeiro reator de polimerização da cascata de reatores para o próximo reator de polimerização da cascata de reatores está equipada com um separador para separar uma parte do meio de suspensão da suspensão transferida a partir do primeiro reator de polimerização da cascata de reatores para o próximo reator de polimerização da cascata de reatores, sendo que o aparelho compreende ainda uma linha de reciclagem para reciclar o meio de suspensão separado da suspensão no separador instalado entre o primeiro reator de polimerização da cascata de reatores e o próximo reator de polimerização da cascata de reatores para o primeiro reator de polimerização da cascata de reatores.

Fig. 1

