



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

(21) PI 0720409-4 A2



* B R P I 0 7 2 0 4 0 9 A 2 *

(22) Data de Depósito: 18/12/2007

(43) Data da Publicação: 31/12/2013

(RPI 2243)

(51) Int.Cl.:

C07D 301/32

(54) **Título:** PROCESSO PARA A REMOÇÃO DE POLI
(ÓXIDO DE PROPILENO) DE ÓXIDO DE PROPILENO.

(57) **Resumo:**

(30) **Prioridade Unionista:** 20/12/2006 EP 06126675.5

(73) **Titular(es):** Shell International Research Maatschappij B.V.

(72) **Inventor(es):** Johannes Gerhardus Joseph Beckers,
Johannes Leendert Willem Cornelis Den Boestert, Nigel Wagstaff

(74) **Procurador(es):** Momsen, Leonardos & Cia.

(86) **Pedido Internacional:** PCT EP2007064113 de
18/12/2007

(87) **Publicação Internacional:** WO 2008/074791 de
26/06/2008

“PROCESSO PARA A REMOÇÃO DE POLI (ÓXIDO DE PROPILENO) DE ÓXIDO DE PROPILENO”

A presente invenção refere-se a um processo para a remoção de poli (óxido de propileno) de óxido de propileno, através de separação por membrana.

O óxido de propileno é largamente utilizado como precursor para a preparação de polióis de poliéter, os quais na reação com compostos de poliisocianato produzem poliuretanas. Tipicamente, os métodos para a preparação de polióis de poliéter envolvem a reação de um composto inicial tendo uma quantidade de átomos de hidrogênio ativo com óxido de propileno, opcionalmente, em conjunto com um ou mais óxidos de alquilenos como o óxido de etileno ou óxido de butileno. Compostos iniciais adequados incluem álcoois polifuncionais, contendo geralmente dois a seis grupos hidroxila. Exemplos de tais álcoois são glicóis, glicerol, pentaeritritol, trimetilolpropano, trietanolamina, sorbitol, manitol, etc. Usualmente, é utilizada uma base forte como hidróxido de potássio como um catalisador neste tipo de reação.

A qualidade do óxido de propileno utilizado para preparar o poliálcool de poliéter tem um impacto significativo na qualidade das espumas de poliuretana eventualmente obtidas, especialmente quando estas espumas são espumas de poliuretana flexíveis altamente elásticas. Especialmente, a presença de poli (óxido de propileno) é conhecida como provocando efeitos indesejáveis na formação da espuma de poliuretana. Exemplos de tais efeitos indesejáveis são a ocorrência de buracos no sopro, baixo crescimento da espuma e mesmo o colapso da espuma formada. Especialmente, em aplicações de moldagem, a presença de poli (óxido de propileno) no óxido de propileno utilizado para a preparação do poliálcool de poliéter inicial poderá provocar problemas em termos de qualidade da espuma de poliuretana. A presença de poli (óxido de propileno) no óxido de propileno utilizado para a preparação de poliálcool de poliéter para produzir espumas de poliuretana em

placas, poderá ser menos problemática.

Na produção de espumas de poliuretana em placas, as placas de espuma de poliuretana são produzidas continuamente ou descontinuamente como produtos semi-acabados e finalmente são cortadas no tamanho e formato requerido. O detalhe característico das espumas de poliuretana moldadas pelo qual elas fundamentalmente são diferentes das espumas de poliuretana em placas, é a forma da sua produção. Isto acontece através da reação das matérias-primas de poliuretana em moldes. O produto moldado acabado não necessita mais ser cortado do tamanho e formato requeridos.

Para uma descrição adicional das diferenças entre as espumas de poliuretana em placa e moldada, é feita referência a livros de texto sobre espumas de poliuretana, tais como "Polyurethane Handbook/Chemistry-Raw Materials-Processing-Application-Properties" por Günter Oertel (Carl Hanser Verlag, Munich, 1985).

Na prática, no entanto, em geral parece que onde o óxido de propileno deve ser utilizado para preparar um poliol de poliéter para a produção de espumas de poliuretana moldadas, não deve estar presente mais de 1 ppm de poli (óxido de propileno) no referido óxido de propileno. Se está presente mais óxido de propileno, um ou mais dos efeitos indesejáveis mencionados acima poderão ocorrer quando da produção da espuma. Por outro lado, quando o óxido de propileno deve ser usado para preparar um poliol de poliéter para a produção de espumas de poliuretana em placas, em geral, até 3 ppm de poli (óxido de propileno) poderão estar presentes no óxido de propileno.

Métodos para a produção de óxido de propileno são bem conhecidos na arte. A produção comercial normalmente acontece através de processo de cloridrina ou através de processo de hidroperóxido. No último processo, propeno é reagido com um hidroperóxido orgânico. Este hidroperóxido é o terc-butil hidroperóxido ou etilbenzeno hidroperóxido. No

primeiro caso, álcool terc-butilíco é formado como um subproduto (a ser posteriormente convertido em metil terc-butil éter), e no segundo caso, é formado estireno como subproduto. No processo de cloridrina, cloro, propeno e água são reagidos para formar cloridrina propileno, que
5 posteriormente é desidroclorado com hidróxido de cálcio para formar óxido de propileno. Para fins da purificação do óxido de propileno, é imaterial a rota de preparação a ser utilizada. Especificamente, em todos os processos é formado poli (óxido de propileno) em quantidades indesejavelmente elevadas. Além disso, é conhecido (por exemplo, da US-A-4692535) que o poli (óxido de propileno) de alto peso molecular poderá ser formado durante a estocagem
10 ou transporte, por exemplo, no contato com um metal e/ou óxido metálico, como um óxido metálico de aço carbono.

Um método de purificação de óxido de propileno através de separação por membrana é conhecido da US-A-5248794. De acordo com este
15 método, membranas adequadas são membranas poliméricas de poli (fluoreto de vinilideno) e poli (acrilonitrila). Tais polímeros são comumente utilizados na técnica como materiais para membranas de ultrafiltração. Ver, por exemplo, a tabela II.12 na página 56 de "Basic Principles of Membrane Technology", Marcel Mulder, second edition, Kluwer Academic Publishers,
20 1996. Na referida tabela II.12, poli (fluoreto de vinilideno) e poli (acrilonitrila), mas também polissulfonas e ésteres de celulose, são mencionados como exemplos de polímeros para membranas de ultrafiltração. Assim sendo, as membranas apresentadas na US-A-5248794 são membranas de ultrafiltração. As membranas de ultrafiltração são membranas porosas que
25 têm um tamanho médio de poros maior do que 5 nm.

Na tabela 2 do exemplo 1 da US-A-5248794, são mencionados resultados da separação de poli (óxido de propileno) para alguns tipos diferentes de membranas. As membranas de poli (propileno) não são consideradas adequadas. Somente as membranas de ultrafiltração de poli

(fluoreto de vinilideno) e de poli (acrilonitrila) são consideradas adequadas para a finalidade da US-A-5248794. Uma forma de determinação da adequação de uma membrana para a separação de poli (óxido de propileno) (PPO) de óxido de propileno, é através do cálculo da rejeição de PPO, como se segue:

$$\text{rejeição de PPO (\%)} = (1 - ([\text{PPO}]_p / [\text{PPO}]_f)) * 100$$

onde $[\text{PPO}]_p$ é a concentração de poli (óxido de propileno) no permeato e $[\text{PPO}]_f$ é a concentração de poli (óxido de propileno) na alimentação. Quando na especificação atual é feita referência à rejeição de PPO, isto significa a rejeição de PPO definida no modo acima.

No exemplo 1 da US-A-5248794, o uso de membranas de poli (propileno) resultou em uma rejeição negativa de PPO. Além disso, o uso de membranas de ultrafiltração de poli (fluoreto de vinilideno) e poli (acrilonitrila) resultou em rejeições relativamente baixas de PPO ($< 30\%$). As concentrações de poli (óxido de propileno) nos permeatos conforme mencionado na tabela 2 da US-A-5248794, são tão elevadas que estes permeatos não podem ser usados na produção de espumas de poliuretana moldadas e nem na produção de espumas de poliuretana em placas.

Além disso, no exemplo 2 da US-A-5248794, a mesma membrana de poli (acrilonitrila) utilizada no exemplo 1, foi testada com um fluxo contínuo de óxido de propileno não filtrado durante um período de 86 dias. Os resultados são listados na tabela 3 da US-A-5248794. Com base nisto parece que ao longo do tempo, a rejeição de PPO aumenta de um valor somente de 31% (no dia 1) até um máximo de 100% (nos dias 52 e 55) e então é reduzida outra vez até um valor somente de 67% (no dia 86). Assim sendo, a membrana usada é desvantajosa, pelo fato de haver um período de espera relativamente longo (de cerca de 52 dias) antes que o permeato seja produzido, do qual a qualidade é tal que ele pode ser usado na produção de espumas de poliuretana moldada e espumas de poliuretana em placas. Além

disso, depois do dia 55, outra vez é produzido permeato de qualidade inferior. Além de uma rejeição de PPO instável e baixa no tempo, outra desvantagem é que o fluxo de permeato também é instável. No referido exemplo 2, o fluxo de permeato varia de um valor máximo de 90 ml/min no início da experiência até o valor somente de 37 ml/min no final. Isto indica que a membrana, sendo uma membrana de ultrafiltração porosa de poli (acrilonitrila) entope ao longo do tempo.

Em resumo, tanto a seletividade como o fluxo através da membrana usada no exemplo 2 da US-A-5248794 são relativamente pequenos e instáveis ao longo do tempo. O volume ou massa de "fluxo" ("velocidade de permeação" em volume ou massa) é definido como o volume ou massa que escoar através da membrana por unidade de área e de tempo (expresso em litros/hora/m² e kg/hora/m², respectivamente). A permeabilidade de uma membrana é definida como o fluxo através da membrana por unidade de pressão, e é expressa em litros/hora/m²/bar ou kg/hora/m²/bar. Quando se executa o processo da US-A-5248794, é obtida uma forte flutuação dos resultados da separação no tempo. Isto é desvantajoso, pelo fato de ser difícil prever-se se uma certa especificação, por exemplo, uma concentração máxima de poli (óxido de propileno) no permeato de PO pode ser atingida em um certo dia.

Um outro método para melhorar a qualidade do óxido de propileno através de separação por membrana é conhecido da GB-A-2348200. Neste método, o óxido de propileno líquido é submetido a um tratamento utilizando uma membrana de ultrafiltração de cerâmica (porosa) em condições tais que a quantidade de poli (óxido de propileno) é reduzida. No exemplo da GB-A-2348200, uma membrana de ultrafiltração de cerâmica tendo um tamanho de poros de 6 nm foi utilizada na separação de poli (óxido de propileno) do óxido de propileno. No referido exemplo, é mencionado que verificou-se que a referida membrana removeu cerca de 50% de poli (óxido de

propileno). Mais especialmente, parece que no referido exemplo, a concentração de poli (óxido de propileno) na alimentação de óxido de propileno era de 1,03 mg/l e que a concentração de poli (óxido de propileno) no permeato era ainda de 0,54 mg/l. Isto corresponde a uma rejeição de PPO
5 somente de 48%.

Nos métodos da técnica anterior discutidos acima para a remoção de poli (óxido de propileno) do óxido de propileno através de separação por membrana, são utilizadas membranas de ultrafiltração. A ultrafiltração é uma técnica de filtração por membrana provocada pela
10 diferença de pressão, onde são utilizadas membranas porosas que têm um tamanho de poro médio maior do que 5 nm. Uma das desvantagens da utilização de membranas de ultrafiltração conforme discutido acima, é que as membranas entopem durante a operação (os poros da membrana se entopem ou são obstruídos) e eventualmente têm que ser retiradas de operação para
15 fins de limpeza. Isto reduz severamente a eficiência de separação ao longo do tempo. Uma outra desvantagem da utilização de membranas de ultrafiltração poliméricas é que elas se dilatam. A dilatação tem um efeito no tamanho dos poros e resulta na instabilidade da permeabilidade e da seletividade.

Em resumo, com base na discussão acima dos métodos da
20 técnica anterior para a remoção de poli (óxido de propileno) de óxido de propileno através de separação por membrana, parece que existe ainda uma necessidade na técnica por um processo que utilize uma membrana que, durante um período de tempo relativamente longo, possa separar poli (óxido de propileno) de óxido de propileno, de uma forma estável, tanto em termos
25 de rejeição de PPO instável como em termos de um fluxo estável de permeato. Além disso, esta rejeição de PPO instável, constante, deve ser suficientemente elevada, de tal forma que o permeato produzido em qualquer tempo possa ser utilizado, por exemplo, na produção de espumas de poliuretana moldadas e/ou espumas de poliuretana em placas.

Um objetivo da presente invenção é atender à referida necessidade e apresentar um processo de remoção de poli (óxido de propileno) de óxido de propileno através de separação por membrana, que não tenha as desvantagens dos processos da técnica anterior, conforme discutido
5 acima. Este objetivo é alcançado através da utilização de uma membrana que é uma membrana não porosa (sem poros) ou é uma nanofiltração (poros tendo um tamanho médio no máximo de 5 nm). Conforme adicionalmente discutido abaixo, tais membranas não porosas e de nanofiltração são comumente referidas na técnica como membranas densas e trabalham de uma forma
10 semelhante. Assim sendo, o processo de acordo com a presente invenção é um processo para a remoção de poli (óxido de propileno) de óxido de propileno através de separação por membrana, onde é utilizada uma membrana tendo um tamanho médio de poros de 0 a 5 nm.

De preferência, a membrana a ser usada na presente invenção é
15 resistente a hidrocarbonetos, como o óxido de propileno. Isto significa que a membrana não se dissolve no óxido de propileno que ela tem que purificar.

Em geral, em um processo para a remoção de poli (óxido de propileno) de óxido de propileno através de separação por membrana, uma alimentação líquida composta de óxido de propileno e poli (óxido de propileno) é separada pela membrana em um permeato composto de óxido de propileno e nenhum poli (óxido de propileno, ou poli (óxido de propileno) em
20 uma concentração que é menor do que a concentração do poli (óxido de propileno) na alimentação e, um retentato composto de óxido de propileno e poli (óxido de propileno) em uma concentração que é maior do que a
25 concentração de poli (óxido de propileno) na alimentação.

Verificou-se que quando se utiliza uma membrana não porosa ou nanofiltração, são obtidos resultados muito bons e uma separação estável em tal processo para a remoção de poli (óxido de propileno) de óxido de propileno. Por exemplo, ocorre menos entupimento da membrana e portanto a

membrana tem que ser retirada de operação com menos frequência do que quando se utiliza uma membrana de ultrafiltração, conforme os processos da técnica anterior discutidos acima. Assim sendo, o processo atual pode ser executado eficientemente em base contínua.

5 O uso de uma membrana não porosa ou de nanofiltração na purificação de hidrocarbonetos em geral, é descrito na WO-A-01060771 (que está no nome da Shell). Este documento apresenta um processo para a purificação de um produto líquido de hidrocarbonetos composto de 5% em peso ou menos de contaminantes de alto peso molecular tendo um peso
10 molecular pelo menos de 1000, onde a corrente de produto é contatada com uma membrana não porosa ou de nanofiltração e a corrente de produto purificado é recuperada como o permeato. Apesar de não haver nenhuma limitação específica com relação à natureza do produto de hidrocarbonetos líquidos na WO-A-01060771, os produtos mencionados especificamente são
15 tipicamente correntes de produtos químicos produzidos industrialmente contendo uma ligação olefínica polimerizável. Os produtos poderão incluir um ou mais heteroátomos, e especificamente, exemplos de produtos de hidrocarbonetos líquidos incluem os próprios hidrocarbonetos, como ciclopentadieno, dicitopentadieno, 1,3-cicloexadieno, cicloexeno, estireno,
20 isopreno, butadieno, cis-1,3-pentadieno, trans-1,3-pentadieno, benzeno, tolueno, xilenos, eteno e propeno. Os produtos de hidrocarbonetos líquidos mencionados contendo heteroátomos são acrilato de metila, acrilato de etila e metacrilato de metila. No entanto, não é feita nenhuma menção na WO-A-01060771 relativa a purificação de uma corrente de óxido de propileno
25 composta de poli (óxido de propileno) através de uma membrana não porosa ou de nanofiltração.

A membrana não porosa ou de nanofiltração a ser utilizada na presente invenção poderá ser do tipo de cerâmica ou polimérica. De preferência, a membrana usada é hidrófoba, porque a corrente a ser tratada é

uma corrente de hidrocarbonetos que deve ser capaz de passar através da membrana. Uma vantagem adicional da utilização de uma membrana hidrófoba, ao contrário de uma hidrófila, é que a utilização de uma membrana hidrófoba evita que a água passe pela membrana e entre no permeato. É bem conhecido que a água poderá iniciar a polimerização do óxido de propileno, resultando em um poliol que é indesejável.

As membranas não porosas e de nanofiltração são comumente referidas na técnica como membranas densas. Exemplos de membranas não porosas e de nanofiltração são membranas do tipo de osmose reversa. As membranas não porosas e de nanofiltração devem ser diferenciadas das membranas de ultrafiltração que são sempre porosas. As membranas de ultrafiltração têm um tamanho médio de poros maior do que 5 nm até cerca de 800 nm. Quando as membranas de nanofiltração que são utilizadas são porosas, elas têm um tamanho médio de poros que é no máximo de 5 nm (membranas nanoporosas). Quando tal membrana de nanofiltração ou nanoporosa é utilizada de acordo com a presente invenção, o tamanho médio de poros da membrana, adequadamente, é menor do que 5 nm, de preferência, no máximo 3 nm, mais de preferência, no máximo 2 nm, mais de preferência, no máximo 1 nm, mais de preferência, no máximo 0,7 nm, mais de preferência, no máximo 0,5 nm, mais de preferência, no máximo 0,3 nm, mais de preferência, no máximo 0,1 nm, mais de preferência, no máximo 0,05 nm, e mais de preferência, no máximo, 0,01 nm.

O termo "poli (óxido de propileno)" utilizado em toda a especificação atual em relação à presente invenção, refere-se à poli (óxido de propileno) tendo um peso molecular de 1500 Daltons ou maior, ou tendo um peso molecular de 1000 Daltons ou maior, ou tendo um peso molecular de 900 Daltons ou maior, ou tendo um peso molecular de 750 Daltons ou maior, ou tendo um peso molecular de 500 Daltons ou maior, a não ser que seja mencionado de outra forma. Os pesos moleculares conforme usado em toda

esta especificação são expressos em Daltons ($1 \text{ Da} = 1 \text{ g/mol}$) e são baseados em uma determinação através de cromatografia por exclusão de tamanho (SEC) conforme é adicionalmente explicado nos exemplos atuais.

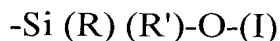
5 As membranas não porosas e de nanofiltração como tal são conhecidas na técnica e em princípio qualquer membrana não porosa ou nanoporosa capaz de reter 80% em peso ou mais, de preferência, 90% em peso ou mais, mais de preferência, 95% em peso ou mais, e muito mais de preferência, 99% em peso ou mais do poli (óxido de propileno) pode ser usada na presente invenção. O limite superior para o peso molecular de poli
10 (óxido de propileno) a ser removido, não é crítico e poderá ser tão elevado quanto 500.000.

Em uma realização preferida da presente invenção, a membrana não porosa ou de nanofiltração é uma membrana polimérica. Tal membrana polimérica, de preferência, é reticulada para produzir a rede
15 necessária para evitar a dissolução da membrana, tão logo entre em contato com o óxido de propileno. Em geral, a reticulação pode ser efetuada de várias formas, por exemplo, através da reação com agentes de reticulação (reticulação química) e/ou através de irradiação. De preferência, a camada de membrana tem uma estrutura de siloxano que foi reticulada por intermédio de
20 irradiação, como por exemplo, é descrito na WO-A-9627430.

Exemplos de membranas reticuladas não porosas ou de nanofiltração disponíveis atualmente são membranas com base em borracha silicone reticuladas, das quais as membranas de polissiloxano reticuladas são um grupo especialmente útil de membranas. Tais membranas de
25 polissiloxanos reticuladas são conhecidas na arte, por exemplo, da US-A-5102551.

Tipicamente, os polissiloxanos usados contêm a unidade de repetição-Si-O-, onde outros átomos de silício contêm hidrogênio ou um grupo de hidrocarbonetos. De preferência, as unidades de repetição são da

fórmula (I)



onde R e R' poderão ser o mesmo ou diferente e representam hidrogênio ou um grupo de hidrocarbonetos escolhido do grupo consistindo de alquila, arquila, cicloalquila, arila, e alcarila. De preferência, pelo menos um dos grupos R e R' é um grupo alquila, e mais de preferência, ambos os grupos são grupos alquila, mais especialmente, grupos metila. O grupo alquila poderá também ser um grupo 3,3,3-trifluoropropila. Polissiloxanos muito adequados para a finalidade da presente invenção são (os terminados em -OH ou-NH₂) polidimetilsiloxanos e polioctilmetilsiloxanos. Assim sendo, de preferência, o polissiloxano é reticulado. A reticulação poderá ser efetuada através de um grupo terminal reativo -OH ou-NH₂ do polissiloxano. Membranas preferidas de polissiloxano são membranas de polissiloxano elastoméricas reticuladas.

Exemplos de membranas de polissiloxano elastomérico reticulado adequadas são extensamente descritas na US-A-5102551 mencionada acima. Assim sendo, as membranas adequadas são compostas de um polímero de polissiloxano, conforme descrito acima, tendo um peso molecular de 550 a 150.000, de preferência, 550 a 4200 (antes da reticulação), que é reticulado, como o agente de reticulação, com (i) um poliisocianato, ou (ii) um poli (cloreto de carbonila) ou (iii) R_{4-a}Si (A) onde A é -OH, -NH₂, -OR, ou -OOCR, a é 2, 3, ou 4, e R é hidrogênio, alquila, arila, cicloalquila, alcarila, ou arquila. Detalhes adicionais relativos às membranas adequadas de polissiloxano podem ser encontrados na US-A-5102551.

Para fins da presente invenção, a membrana não porosa preferida é uma membrana de polidimetilsiloxano, que de preferência, é reticulada. Outras membranas não porosas emborrachadas também podem ser utilizadas. Em geral, as membranas emborrachadas podem ser definidas como membranas tendo uma camada de topo não porosa de um polímero ou de uma

combinação de polímeros, da qual pelo menos um polímero tem uma temperatura de transição de vidro bem abaixo da temperatura de operação, i.e. a temperatura na qual acontece a separação real. Ainda outro grupo de membranas não porosas potencialmente adequadas são os assim chamados

5 polímeros super-vitrificados. Um exemplo de tal material é o poli (trimetilsilil-propino).

A membranas não porosa ou de nanofiltração é tipicamente suportada sobre pelo menos uma camada de substrato poroso para produzir a necessária resistência mecânica.

10 Adequadamente, esta outra camada porosa de substrato é feita de um material poroso do qual os poros têm um tamanho médio maior do que 5 nm. Tal outro material poroso poderá ser um material microporoso, mesoporoso ou macroporoso que normalmente é utilizado para a microfiltração ou ultrafiltração, como poli (acrilonitrila). A espessura da

15 camada básica deve ser suficiente para produzir a necessária resistência mecânica. Além disso, este substrato, por seu lado, poderá ser suportado sobre um outro suporte poroso para produzir a requerida resistência mecânica. Tipicamente, a espessura da camada básica é de 100 a 250 μm , mais adequadamente, de 20 a 150 μm . Quando a membrana não porosa ou de

20 nanofiltração é combinada com tal camada básica, a membrana, adequadamente, tem uma espessura de 0,5 a 10 μm , de preferência, de 1 a 5 μm .

A combinação de uma camada fina de membrana de topo e uma camada espessa de suporte porosa, com freqüência são referidas como

25 membranas compostas ou compostos de filme fino. A membrana, adequadamente é instalada de forma que o permeato escoe primeiro através da camada de topo da membrana e então através da camada básica, de forma que a diferença de pressão sobre a membrana empurre a camada de topo sobre a camada básica. Materiais porosos adequados para a camada básica tendo um

tamanho médio de poros maior do que 5 nm, são poli (acrilonitrila), poli (amidaímda) + TiO_2 , poli (eterímda), polívinilídeno-dífluoreto e poli (tetrafluoretileno). A poli (acrilonitrila) é especialmente preferida. A combinação preferida de acordo com a presente invenção é uma combinação

5 de poli (dímetílsíloxano)-poli-(acrilonitrila).

A membrana não porosa ou de nanofiltração também poderá ser utilizada sem uma camada de substrato, mas será entendido que em tal caso, a espessura da membrana deve ser suficiente para suportar as pressões aplicadas. Uma espessura maior do que 10 micrómetros poderá então ser

10 requerida. Isto não é preferível, do ponto de vista da economia de processo, porque tal membrana espessa limitará significativamente a produção da membrana, dessa forma reduzindo a quantidade de produto purificado que pode ser recuperado por unidade de tempo e área de membrana.

Quando utilizando uma membrana não porosa ou densa, a

15 transmissão do permeato acontece através de mecanismo de solução-difusão. O óxido de propileno a ser permeado se dissolve na matriz de membrana e se difunde através da camada fina da membrana seletiva, após o que ele é desorvido no lado do permeato. A força principal propulsora para a permeação é a pressão hidrostática. Exemplos de tais membranas são

20 membranas do tipo de ósmose reversa. No caso de ser utilizada uma membrana nanoporosa na presente invenção, acredita-se que a separação acontece tanto com base no mecanismo de solução-difusão mencionado acima como com base nas diferenças de tamanho molecular. No último caso, não há nenhuma questão em relação à dissolução do permeato na matriz de

25 membrana, mas somente de transporte através da membrana por intermédio dos seus nanoporos. Onde tal mecanismo de solução-difusão está funcionando, acredita-se que seja importante que o material de membrana não dissolva o contaminante a ser removido da alimentação da membrana mas, de preferência, somente o componente que deve ser liberado do contaminante.

Verificou-se que, especialmente, as membranas de polissiloxano, por exemplo, as membranas de poli (dimetilsiloxano), são capazes de tal dissolução preferencial de óxido de propileno, ao invés de poli (óxido de propileno) que elas não dissolvem.

5 Uma vantagem da utilização de membranas não porosas quando comparado com o uso de membranas nanoporosas é que não há nenhum efeito de entupimento. Isto significa que não há nenhuma possibilidade da membrana tornar-se bloqueada através de moléculas maiores entupidas nos poros. Isto poderia acontecer em membranas porosas, tendo
10 como resultado ser mais difícil regenerar-se um fluxo estável. Assim sendo, é preferível, para fins da presente invenção, utilizar-se uma membrana não porosa ou densa. No entanto, é enfatizado que as membranas nanoporosas também poderiam ser usadas no processo da presente invenção, como uma membrana de nanofiltração.

15 O retentato será ainda composto de óxido de propileno valioso e por essa razão o retentato, adequadamente, poderia ser reciclado para a etapa de separação por membrana e misturado com matéria-prima fresca. No entanto, quando se recicla o retentato, parte do retentato terá que ser descarregada para evitar a acumulação de poli (óxido de propileno) que deve
20 ser separado do óxido de propileno por intermédio do referido processo de membrana. Ao invés de reciclar o retentato dentro do mesmo processo, ele poderá ser submetido a uma segunda e adicional etapa de separação, em cujo caso o retentato de uma primeira etapa de separação é utilizado como alimentação para uma segunda etapa separação.

25 Além disso, ao invés de se reciclar (parte de) do retentato ou se purificar ainda mais o mesmo em uma segunda e opcionalmente etapa adicional, o retentato poderá também ser descartado totalmente. Isto parece ser mais vantajoso, onde a composição do retentato é tal que ele tem algum valor como um material inicial em outro processo, sem ter que tratar

adicionalmente o retentato antes de tal uso (nenhum processamento adicional). O permeato tem que ser purificado no sentido de que o seu nível de contaminação tem que ser reduzido. Em consequência, o permeato obtém um valor maior em comparação com o produto original. O retentato, que contém uma proporção aumentada de poli (óxido de propileno), quando comparado com o produto original, tem um valor que depende da concentração de poli (óxido de propileno) e uso final pretendido. O valor do retentato poderá ser menor do que ou semelhante ao valor da alimentação original.

O corte de estágio é definido como a percentagem em peso da alimentação original que passa através da membrana e é recuperada como permeato. Ajustando-se o corte do estágio, é possível variar-se a concentração de um contaminante no permeato, assim como a concentração do referido mesmo contaminante no retentato. Quanto mais elevado for o corte do estágio, maior será a concentração de contaminante no retentato.

Na presente invenção, o corte do estágio pode variar dentro de limites amplos: 10 a 99% em peso, adequadamente, 30 a 95% em peso, ou 50 a 90% em peso. O que é importante é que é obtida uma concentração de poli (óxido de propileno) no permeato e/ou retentato, a qual está abaixo de um certo máximo. Por exemplo, quanto se pretende utilizar o permeato na produção de espuma de poliuretana moldada, um corte de estágio relativamente elevado poderá ter que ser alcançado. Outro fator relevante a ser considerado é a concentração de poli (óxido de propileno) na alimentação.

O corte de estágio desejado pode ser estabelecido variando-se, para uma determinada permeabilidade da membrana, a pressão de transmembrana e/ou o fluxo de alimentação. A primeira opção significa que, para um determinado fluxo de alimentação, o aumento da pressão de transmembrana resulta em um fluxo maior ou vazão do permeado através da membrana, e portanto em um corte de estágio mais elevado. De acordo com a

segunda opção, tal corte de estágio mais elevado poderá também ser obtido reduzindo-se o fluxo de alimentação, ao mesmo tempo mantendo-se um certo fluxo de permeato através da membrana.

Na presente invenção, o fluxo volumétrico através da membrana, tipicamente, está na faixa de 5 a 1000, adequadamente, 10 a 500, e mais adequadamente, 15 a 200 l/hr/m². O fluxo através da membrana também poderá ser expresso como fluxo de massa. De preferência, o fluxo através da membrana é constante no tempo. Além disso, a corrente de entrada é contatada com uma membrana em uma pressão de trans-membrana (diferença de pressão) que tipicamente está na faixa de 1 a 60 bar (100 a 6000 kPa), adequadamente, 3 a 35 bar (300 a 3500 kPa), e mais adequadamente, 3 a 25 bar (300 a 2500 kPa). A permeabilidade da membrana, tipicamente está na faixa de 1 a 100, adequadamente, 2 a 50, e mais adequadamente, 3 a 10 l/hr/m²/bar.

De acordo com a presente invenção, uma alimentação líquida composta de óxido de propileno e poli (óxido de propileno) poderá ser separada através de uma membrana não porosa ou de nanofiltração para dentro de um permeato composto de óxido de propileno e nenhum poli (óxido de propileno) ou poli (óxido de propileno) em uma concentração que é menor do que a concentração de poli (óxido de propileno) na alimentação, e um retentato composto de óxido de propileno e poli (óxido de propileno) em uma concentração que é maior do que a concentração de poli (óxido de propileno) na alimentação.

De preferência, a concentração de poli (óxido de propileno) no referido permeato é essencialmente de zero até no máximo 10 ppm em peso (partes por milhão por peso), mais de preferência, no máximo, 5 ppm em peso, mais de preferência, no máximo, 3 ppm em peso, mais de preferência, no máximo 1 ppm em peso, mais de preferência, no máximo 0,5 ppm em peso, mais de preferência, no máximo 0,3 ppm em peso, e mais de preferência, no máximo, 0,1, com base no peso total do permeato. Tal permeato, adequadamente, poderá ser utilizado como matéria-prima na

produção de um poliol de poliéter a ser usado na produção de espuma de poliuretana em placas.

Além disso, de preferência, a concentração de poli (óxido de propileno) no referido permeato é essencialmente de zero a menos de 1 ppm em peso, mais de preferência, essencialmente de zero a 0,5 ppm em peso, mais de preferência, essencialmente de zero a 0,3 ppm em peso, e mais de preferência, essencialmente de zero a 0,1 ppm em peso, com base no peso total do permeato.

Tal permeato, adequadamente, poderá ser utilizado como matéria-prima na produção de poliol de poliéter a ser usado na produção de espuma de poliuretana em placas ou espuma de poliuretana moldada.

Especialmente, quando deve ser utilizado óxido de propileno a na produção de espuma de poliuretana moldada, a concentração de poli (óxido de propileno) tendo um peso molecular de 20.000 e maior, em tal óxido de propileno, de preferência, não deve exceder a 0,5 ppm em peso. Mais de preferência, a concentração do referido poli (óxido de propileno) de peso molecular maior é no máximo 0,4 ppm em peso.

De preferência, a concentração de poli (óxido de propileno) no referido retentato é essencialmente de zero até no máximo 20 ppm em peso, mais de preferência, no máximo 10 ppm em peso, mais de preferência, no máximo 5 ppm em peso, mais de preferência, no máximo 3 ppm em peso, e mais de preferência, no máximo 2 ppm em peso, com base no peso total do retentato. Tal retentato, adequadamente, poderá ser utilizado como matéria-prima na produção de um poliol de poliéter a ser usado na produção de espuma de poliuretana em placas.

Assim sendo, uma outra vantagem é que além do permeado, o retentato também pode ter algum valor de uso final desde que o corte de estágio seja controlado de forma apropriada.

A separação por membrana que será executada em uma

unidade de membrana, é composta de um ou mais módulos de membrana. Exemplos de módulos adequados, tipicamente são expressos como a forma em que a membrana é colocada em tal módulo. Exemplos destes módulos são as fibras ocas enroladas em espiral, de placa e estrutura (chapa plana), e

5 módulos tubulares. As configurações preferidas de módulo são as enroladas em espiral e de placa e estrutura. Mais de preferência, a membrana não porosa ou de nanofiltração é aplicada em uma unidade de membrana, que é constituída de módulos de membrana enrolada em espiral. Estes módulos de membranas são bem conhecidos pela pessoa adestrada, como por exemplo,

10 descrito na Enciclopédia de Engenharia Química, quarta edição, 1995, John Wiley & Sons Inc., Vol 16, páginas 158-164. Exemplos de módulos enrolados em espiral são descritos, por exemplo, na US-A-5102551, US-A-5093002, US-A-5275726, US-A-5458774, US-A-5150118, e na WO-A-200604307.

Será visto que, de preferência, a temperatura de operação deve

15 ser mantida abaixo do ponto de ebulição da alimentação de óxido de propileno para ter uma corrente de entrada líquida. O ponto de ebulição do óxido de propileno é em torno de 34°C. Assim sendo, na pressão atmosférica, as temperaturas de 0°C até 34°C poderão ser aplicadas. Adequadamente, a separação é executada em uma temperatura na faixa de 5 a 30°C, mais

20 adequadamente, na temperatura ambiente.

A forma na qual é preparado o óxido de propileno a ser purificado de acordo com a presente invenção, é imaterial em relação à presente invenção. Qualquer processo de preparação conhecido poderá ser aplicado. O óxido de propileno a ser tratado no processo de acordo com a

25 presente invenção poderá ser o produto obtido diretamente de processos de preparação conhecidos. Alternativamente, o referido óxido de propileno obtido diretamente também poderá ter que ser submetido a uma purificação convencional e a técnicas de recuperação antes de ser tratado de acordo com a presente invenção. Considerando-se que o óxido de propileno é produzido em

um processo de hidroperóxido, tais técnicas de purificação e recuperação tipicamente envolvem a remoção de propeno não reagido e o hidroperóxido orgânico, subprodutos (como propano, aldeídos e álcool) e outros agentes de tratamento. Tipicamente, a alimentação de óxido de propileno a ser purificado

5 no processo atual, foi obtido pela epoxidação de propeno utilizando-se hidroperóxido de etilbenzeno como o oxidante, e então separando-se o propeno da mistura de produto composta de óxido de propileno e metil fenil carbinol, e finalmente, separando-se o óxido de propileno do metil fenil carbinol.

Em geral, a corrente de óxido de propileno a ser tratada no

10 processo da presente invenção é composta, pelo menos, de 95% em peso de óxido de propileno.

Se o produto de óxido de propileno a ser tratado é uma corrente de óxido de propileno relativamente crua, tal produto poderá conter 5% em peso ou menos de poli (óxido de propileno) com base no peso total do

15 produto. No entanto, o método atual é especialmente adequado quando o produto de óxido de propileno a ser tratado contém 3% em peso ou menos, adequadamente, 1% em peso ou menos, e mais adequadamente, 0,1% em peso ou menos do poli (óxido de propileno). Mesmo em tais níveis relativamente elevados de poli (óxido de propileno), o processo da presente

20 invenção é altamente efetivo.

Se o produto de óxido de propileno a ser tratado é uma corrente de óxido de propileno relativamente pura, tal produto, de preferência, contém menos de 500 ppm em peso, adequadamente, menos de 300 ppm em peso, mais adequadamente, menos de 200 ppm em peso, mais

25 adequadamente, menos de 100 ppm em peso, mais adequadamente, menos de 50 ppm em peso, e mais adequadamente, menos de 20 ppm em peso, de poli (óxido de propileno). Tipicamente, tal corrente de entrada de óxido de propileno relativamente pura é composta de 1 a 15 ppm em peso de poli (óxido de propileno).

A invenção é adicionalmente ilustrada pelos seguintes exemplos.

Exemplo 1 e exemplos comparativos 1 e 2

5 Poli (óxido de propileno) (PPO) foi removido de uma
alimentação de óxido de propileno (PO) utilizando-se uma unidade de
membrana de extremidade morta. Em uma unidade de membranas de
extremidade morta, o fluxo da alimentação é perpendicular à superfície da
membrana. O arranjo experimental utilizado nestes exemplos é mostrado
esquemáticamente na figura 1, onde os números de referência têm os
10 seguintes significados:

1: agitador

2: entrada de nitrogênio

3: mistura de alimentação PO/PPO

4: membrana

15 5: saída do permeato

6: vaso de recolhimento

Nestes exemplos, a diferença de pressão sobre a membrana 4
da unidade de membranas com extremidade morta da figura 1, necessária para
efetuar o fluxo de permeado através da membrana, foi aplicada através de
20 meios de pressurização, alimentando-se nitrogênio gasoso através da entrada
de nitrogênio 2. Além disso, o nitrogênio foi utilizado como uma cobertura
cobrindo a mistura 3 de alimentação PO/PPO. A pressão de trans-membrana
aplicada era de 5 bar (500 kPa) durante o período inteiro da experiência.

Depois de ter sido aplicada a referida pressão de trans-membrana,
25 o vaso mostrado na figura 1 foi cheio com 140 g da alimentação de PO/PPO.
Posteriormente, foi iniciada a agitação desta alimentação sob uma cobertura de
nitrogênio gasoso, utilizando-se o agitador 1. A referida agitação foi executada
durante um período de tempo de 75 minutos, em cujo período cerca de 70 g da
alimentação original foram permeadas através da membrana. O corte de estágio

foi portanto em torno de 50% em peso. A temperatura durante o período inteiro da experiência era a temperatura ambiente.

No exemplo 1, foi utilizada uma membrana suportada onde a camada de topo com uma espessura de aproximadamente 3 μm foi feita de poli (dimetilsiloxano) reticulado hidrófobo não poroso (denso) (PDMS). A superfície total da membrana era de 5 cm^2 .

Nos exemplos comparativos 1 e 2, foram utilizados tipos diferentes de membranas, especificamente, membranas porosas de ultrafiltração tendo um tamanho de poros maior do que 5 nm e sendo feitas de poli (acrilonitrila) (PAN) ou poli (fluoreto de vinilideno) (PVDF), conforme apresentado na US-A-5248794 que é discutida na introdução desta especificação.

No exemplo comparativo 1, foi utilizada uma membrana suportada onde a camada de topo com uma espessura de aproximadamente 3 μm foi feita de poli (acrilonitrila) porosa hidrófobo (PAN) tendo um tamanho médio de poros de 25 nm. A superfície total da membrana era de 5 cm^2 .

No exemplo comparativo 2, foi utilizada uma membrana suportada, onde a camada de topo tendo uma espessura de aproximadamente 3 μm foi feita de poli (fluoreto de vinilideno) poroso hidrófobo (PVDF) tendo um tamanho médio de poros de 20 nm. A superfície total da membrana era de 5 cm^2 .

No final do período de tempo mencionado acima, a parte da mistura de alimentação PO/PPO que permaneceu dentro do vaso e que não passou através da membrana como permeato, foi decantada e recuperada com o retentato. Foram determinadas as concentrações de PPO no retentato e no permeato. Estas concentrações de PPO são mostradas na tabela 1, assim como a concentração de PPO para alimentação no início da experiência.

As concentrações de PPO foram determinadas por intermédio de cromatografia de exclusão de tamanho combinada (SEC) e detecção de índice de

refração. Uma amostra de teste de óxido de propileno é evaporada e o resíduo assim obtido é dissolvido em tetraidrofurano (THF). Uma porção da solução assim obtida é injetada em uma coluna SEC. As moléculas são separadas de acordo com o seu volume e hidrodinâmico (chamado de tamanho) em solução. As moléculas separadas são detectadas através de um detector de índice de refração (dRI) diferencial de alta sensibilidade e registradas quando elas são eluídas da coluna de acordo com a concentração. Com base na distribuição de peso molecular do resíduo assim obtido, a fração de peso molecular elevado PPO é identificada utilizando-se um standard de poliestireno (PS) tendo um peso molecular médio de 20.000 Da. Para a quantificação desta fração, é aplicado um standard de poli (propileno glicol) (PPG) tendo um peso molecular médio de 5000 Da, utilizando-se uma técnica de calibração standard externa de pontos múltiplos. A concentração (em mg/l) do PPO de alto peso molecular (PS 20.000 Da e maior) na amostra foi calculada através da seguinte equação:

$$C_{cal} * V_{THF}/V_{PO}$$

onde: C_{cal} = concentração de PPO de peso molecular elevado na solução de teste conforme obtido do gráfico de calibração (em mg/l);

V_{THF} = volume total de THF adicionado para a diluição do resíduo; e

V_{PO} = volume total de PO evaporado da amostra de teste.

Tabela 1

	Ex.1	Comp. Ex. 1	Comp. Ex. 2
Concentração de PPO na alimentação (ppm em peso)	273	273	273
Concentração de PPO no permeato (ppm em peso)	<1	22	61
Rejeição de PPO (%)	>99	92	78
Concentração de PPO no retentato (ppm em peso)	746	493	409

Da tabela 1 pode ser visto que a rejeição de PPO no exemplo 1 é maior do que nos exemplos comparativos 1 e 2. O permeato obtido no exemplo 1, tendo uma concentração de PPO com um peso molecular de 20.000 e maior, de menos de 1 ppm em peso, adequadamente poderá ser utilizado como matéria-prima na produção de um poliol de poliéter a ser utilizado na produção de espuma de poliuretana moldada ou em placas.

Além disso, verificou-se que depois do retentato ter sido decantado, a membrana usada no exemplo 1 poderia ser usada novamente para tratar outra batelada de PO/PPO em um fluxo semelhante, resultando em uma rejeição de PPO semelhante à do referido exemplo 1. Isto significa que após o uso, a qualidade de separação da membrana usada no exemplo 1 permanece a mesma.

Exemplos 2 e 3

Foi utilizado um módulo de membrana enrolada em espiral semelhante àquela mostrada na figura 1 da WO-A-2006040307 e conforme adicionalmente descrito na mesma, com a condição do módulo ser feito de PO resistente, inter alia, utilizando-se espaçadores e selos de PO resistente, e que a membrana usada fosse a mesma membrana usada no exemplo 1 da especificação atual. Para uma descrição mais detalhada do referido módulo e da operação do mesmo, é feita referência à WO-A-2006040307. Na utilização de um módulo de membrana enrolada em espiral, a alimentação escoia em paralelo com a superfície da membrana com a corrente de alimentação de entrada entrando no módulo de membrana com uma certa composição (operação em fluxo cruzado). A composição da alimentação dentro do módulo é alterada em função da distância no módulo, enquanto que a corrente de alimentação é separada em duas: uma corrente de permeato e uma corrente de retentato.

Nos exemplos 2 e 3 atuais, foram monitoradas as concentração de PPO em ambas as correntes de permeato e de retentato. Estas

concentrações foram determinadas da mesma forma que no exemplo 1 e nos exemplos comparativos 1 e 2 e são mostradas na tabela 2, assim como a concentração de PPO da alimentação. Durante o período inteiro da experiência, a pressão da trans-membrana foi de 5 bar (500 kPa) e a temperatura era a temperatura ambiente. A superfície total da membrana usada nos exemplos 2 e 3 era de 1 m².

Tabela 2

	Ex.2	Ex.3
Concentração de PPO na alimentação (ppm em peso)	116	4,9
Concentração de PPO no permeato (ppm em peso)	2,8	0,06
Rejeição de PPO (%)	98	99
Concentração de PPO no retentato (ppm em peso)	153	6,4

Cada uma das experiências dos exemplos 2 e 3 foi executada continuamente durante sete dias. A permeabilidade, o fluxo, a velocidade e a vazão de permeato e a velocidade da vazão de retentato eram estáveis durante aquele período inteiro da experiência. Além disso, a rejeição de PPO era estável.

Com base na tabela 2, pode ser visto que a rejeição de PPO nos exemplos 2 e 3 é relativamente elevada, quase que 100%. Isto significa que os permeatos obtidos poderiam ser utilizados como matéria-prima na produção de um poliol de poliéter a ser utilizado na produção de espuma de poliuretana moldada. Na realidade, o permeato obtido no exemplo 3, adequadamente poderá ser usado na produção de espuma moldada de poliuretana. O referido permeato continha somente 0,06 ppm em peso de PPO tendo um peso molecular de 20.000 e maior. No entanto, o permeato obtido no exemplo 2, que foi originado de uma alimentação mais contaminada de PO, não é adequado para uso na produção de espuma moldada de poliuretana

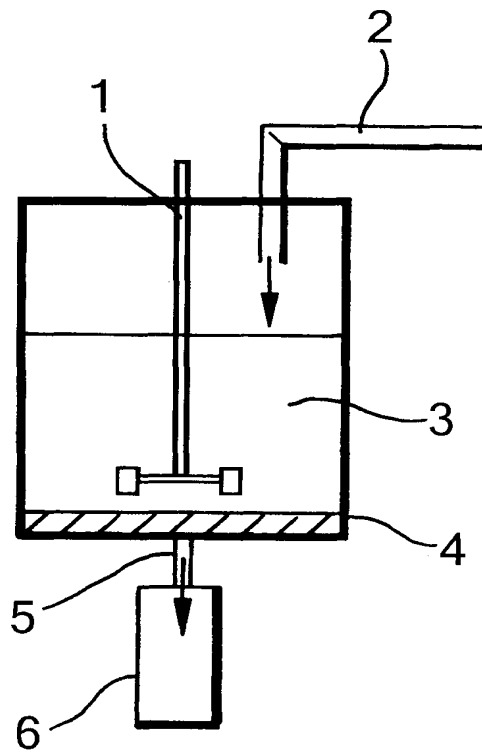
porque ele ainda contém PPO em demasia, mais especialmente, 2,8 ppm em peso de PPO, tendo um peso molecular de 20.000 e maior. Isto é muito acima de 0,4 ppm em peso, o que geralmente é considerado como a concentração máxima permitida de PPO tendo um peso molecular de 20.000 e maior, no

5 PO a ser usado na produção de espuma moldada de poliuretano.

Além de atingir uma rejeição elevada de PPO durante o período inteiro da experiência, outra vantagem da membrana usada no módulo de membrana enrolada em espiral acima é que a permeabilidade e o fluxo permanecem no mesmo nível durante o período inteiro da experiência.

10 Não havia nenhum problema de entupimento ou obstrução da referida membrana.

Fig.1



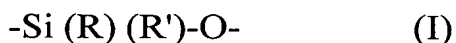
RESUMO

“PROCESSO PARA A REMOÇÃO DE POLI (ÓXIDO DE PROPILENO)
DE ÓXIDO DE PROPILENO”

A invenção refere-se a um processo para a remoção de poli
5 (óxido de propileno) de óxido de propileno através de separação por
membrana, onde é utilizada uma membrana tendo um tamanho médio de
poros de 0 a 5 nm. No referido processo, uma alimentação líquida composta
de óxido de propileno e poli (óxido de propileno) poderá ser separada por
membrana em um permeado composto de óxido de propileno e nenhum poli
10 (óxido de propileno) ou poli (óxido de propileno) em uma concentração que é
menor do que a concentração de poli (óxido de propileno) na alimentação, e
um retentato composto de óxido de propileno e poli (óxido de propileno) em
uma concentração que é maior do que a concentração de poli (óxido de
propileno) na alimentação.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para a remoção de poli (óxido de propileno) de óxido de propileno, caracterizado pelo fato de ser através de separação por membrana, em que é utilizada uma membrana com um tamanho médio de
 5 poros de 0 a 5 nm, em que a membrana é uma membrana polimérica feita de polissiloxano, que contém unidades de repetição da fórmula (I)



onde R e R' poderão ser o mesmo ou diferente e representam hidrogênio ou um grupo de hidrocarbonetos escolhido do grupo consistindo
 10 de alquila, aralquila, cicloalquila, arila e alcarila.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da alimentação líquida composta de óxido de propileno e poli (óxido de propileno) ser separada pela membrana em um permeato composto de óxido de propileno e nenhum poli (óxido de propileno) ou poli (óxido de
 15 propileno) em uma concentração que é menor do que a concentração de poli (óxido de propileno) na alimentação, e um retentato composto de óxido de propileno e poli (óxido de propileno) em uma concentração que é maior do que a concentração de poli (óxido de propileno) na alimentação.

3. Processo de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato da concentração de poli (óxido de propileno) no permeato ser
 20 essencialmente de zero até no máximo 3 ppm em peso, com base no peso total do permeato.

4. Processo de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato da concentração de poli (óxido de propileno) no permeato ser
 25 essencialmente de zero a menos de 1 ppm em peso, com base no peso total do permeato.

5. Processo de acordo com a reivindicação 3 ou 4, caracterizado pelo fato do permeato ser utilizado como matéria-prima na produção de um poliol de poliéter a ser usado na produção de espuma de

poliuretana em placas.

6. Processo de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato do permeato ser utilizado como matéria-prima na produção de um poliol de poliéter a ser usado na produção de espuma de poliuretana moldada.

5 7. Processo de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato da concentração de poli (óxido de propileno) no retentato ser essencialmente de zero até no máximo 3 ppm em peso, com base no peso total do retentato.

10 8. Processo de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato do retentato ser utilizado como matéria-prima na produção de um poliol de poliéter a ser usado na produção de espuma de poliuretana em placas.

15 9. Processo de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato da separação ser executada em uma temperatura na faixa de 5 a 30°C.