



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

**(21) PI 0715060-1 A2**



(22) Data de Depósito: 20/07/2007  
(43) Data da Publicação: 28/05/2013  
(RPI 2212)

**(51) Int.Cl.:**  
**F17D 1/16**  
**B05D 5/08**

**(54) Título:** APERFEIÇADOR DE CORRENTE DE LÁTEX POR INIBIÇÃO DE HIDRATO

**(30) Prioridade Unionista:** 28/07/2006 US 11460689

**(73) Titular(es):** Conocophillips Company

**(72) Inventor(es):** Kenneth W. Smith, Timothy L. Burden, Wayne R. Dreher

**(74) Procurador(es):** Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

**(86) Pedido Internacional:** PCT US2007073990 de 20/07/2007

**(87) Publicação Internacional:** WO 2008/014190de 31/01/2008

**(57) Resumo:** APERFEIÇADOR DE CORRENTE DE LÁTEX POR INIBIÇÃO DE HIDRATO. A presente invenção refere-se a um sistema para reduzir a queda de pressão associada à corrente de fluido turbulenta através de tubulações submarinas. Essa redução na queda de pressão é obtida transportando um redutor de arrasto inibido para hidrato através de uma tubulação longa com diâmetro pequeno, e, depois, injetando o redutor de arrasto em um fluido hospedeiro no local submarino, para obter um fluido tratado. O fluido tratado é depois extraído do local submarino por meio de uma tubulação de produção/transporte. A presença do redutor de arrasto no fluido tratado reduz a queda de pressão associada à corrente através da tubulação de produção/transporte.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**APERFEIÇADOR DE CORRENTE DE LÁTEX POR INIBIÇÃO DE HIDRATO**".

Antecedentes da Invenção

1. Campo da Invenção

5                   A presente invenção refere-se, em geral, a sistemas para produzir fluidos (por exemplo, petróleo e gás natural) de formações subterrâneas e para transportar os fluidos produzidos através de tubulações. Em outro aspecto, a invenção refere-se ao uso de um redutor de arrasto de látex (aperfeiçoador de corrente), para reduzir a perda de pressão associada à corrente  
10 turbulenta de um fluido que contém hidrocarboneto através de tubulações submarinas.

2. Descrição da Técnica Anterior

                  Uma pluralidade de redutores foi usada no passado para reduzir a perda de pressão associada à corrente turbulenta de um fluido através de  
15 uma tubulação. Sabe-se que polímeros de peso molecular ultra-alto funcionam bem como redutores de arrasto. Em geral, aumentar o peso molecular e a concentração do polímero no redutor de arrasto aumenta a eficiência do redutor de arrasto, com a limitação de que o polímero precisa ser capaz de  
20 dissolver-se no fluido hospedeiro. Porém, redutores de arrasto que contêm grandes concentrações de polímeros de peso molecular alto, em geral, não podem ser transportados através de tubulações pequenas sobre grandes distâncias, porque determinados tipos de redutores de arrasto com altas viscosidades (por exemplo, redutores de arrasto do tipo gel) necessitam de  
25 pressões na tubulação de distribuição inaceitavelmente altas e outros tipos de redutores de arrasto, que contêm partículas de polímero sólidas (por exemplo, redutores de arrasto do tipo suspensão), podem obstruir as tubulações de distribuição. No passado, redutores de arrasto em gel e suspensão não eram distribuídas a locais submarinas, porque a distribuição submarina econômica necessitaria de passagem através de longos tubos com diâmetros  
30 pequenos.

                  Recentemente, foi descoberto que determinados tipos de redutores de arrasto de látex podem ser transportados eficientemente através de

tubos longos com diâmetros pequenos, porque esses redutores de arrasto têm uma viscosidade relativamente baixa e contêm partículas relativamente pequenas do polímero redutor de arrasto. Porém, a presença de água em redutores de arrasto de látex apresenta uma desvantagem potencial para utilizar esses redutores de arrasto em aplicações, onde possam entrar em contato com gás natural, sob condições de baixa temperatura e/ou pressão elevada (por exemplo, condições submarinas). Quando um redutor de arrasto de látex entra em contato com gás natural a baixas temperaturas e/ou pressões elevadas, podem formar-se hidratos de gás natural. Se hidratos de gás se formarem no tubo que transporta o redutor de arrasto, o tubo pode ficar obstruído. Desse modo, redutores de arrasto de látex, que contêm água, não têm sido usados para aplicações submarinas, onde poderiam entrar em contato com gás natural a baixas temperaturas e pressões elevadas.

#### Sumário da Invenção

Em uma modalidade da presente invenção, é posto à disposição um método que compreende: (a) transportar um redutor de arrasto de látex através de um tubo de injeção de uma tubulação umbilical; e (b) introduzir o redutor de arrasto transportado em um local submarino, em um fluido que se origina de uma formação subterrânea, sendo que o redutor de arrasto compreende um inibidor de hidrato em uma quantidade suficiente para evitar a formação de hidratos de gás, quando o redutor de arrasto entra em contato com gás natural, sob as condições às quais o redutor de arrasto é introduzido no fluido.

Em outra modalidade da presente invenção, é posto à disposição um redutor de arrasto, que compreende uma fase líquida contínua e uma fase dispersa. A fase líquida contínua compreende água e um inibidor de hidrato, enquanto a fase dispersa compreende partículas de um polímero redutor de arrasto. A relação de peso do inibidor de hidrato para água na fase contínua está no âmbito de cerca de 1:10 a cerca de 10:1. As partículas do polímero redutor de arrasto na fase dispersa têm um tamanho de partículas médio de menos de cerca de 10 microns. O inibidor de hidrato da fase contínua é uma composição que, quando misturada com água destilada a

uma relação de peso de 1:1 produz uma mistura de líquido de hidrato inibido, com uma temperatura de formação de hidrato de gás a  $1,38 \times 10^7$  Pa (2.000 psia), que é pelo menos  $-12,22^\circ\text{C}$  ( $10^\circ\text{F}$ ) mais baixa do que a temperatura de formação de hidrato de gás de água destilada a  $1,38 \times 10^7$  Pa (2.000 psia).

#### Breve Descrição das Figuras

Uma modalidade preferida da presente invenção é descrita em detalhes abaixo, com referência às figuras de desenho anexas, nas quais:

a figura 1 é uma representação simplificada de um sistema de produção offshore, que inclui uma pluralidade de poços submarinos ligados a um tubo coletor da produção comum, que está ligado a uma plataforma offshore por meio de uma tubulação de corrente submarina, ilustrando, particularmente, uma linha umbilical, que se estende da plataforma offshore para o tubo coletor de produção;

a figura 2 é uma vista parcialmente cortada de uma linha umbilical, que ilustra, particularmente, os diversos condutos elétricos e de fluido contidos na linha umbilical;

a figura 3 é uma representação simplificada de uma perfuração submarina, usada para produzir um fluido de uma formação subterrânea, onde o poço está equipado com um tubo coletor de aditivos, para a introdução na perfuração de um ou mais aditivos, que podem conter um redutor de arrasto com inibição de hidrato, no fluido produzido, antes de transportar o fluido para a superfície da terra; e

a figura 4 é um traçado da formação de hidrato de gás, simulado em computador, para água e para duas misturas diferentes de água e monoetileno glicol (MEG), ilustrando, particularmente, como a temperatura de formação de hidrato de gás varia com pressão e com a concentração de MEG.

#### Descrição Detalhada

Com referência, inicialmente, à figura 1, é ilustrado um sistema de produção offshore simplificado, incluindo uma pluralidade de poços submarinos 10, um tubo coletor de produção comum 12, uma plataforma offsho-

re 14, uma tubulação de corrente submarina 16 e uma linha umbilical 18. Cada poço 10 pode ser operado para extrair um fluido que contém hidrocarboneto de uma formação subterrânea 20. Em uma modalidade da presente invenção, o fluido que contém hidrocarboneto, produzido pelos poços 10, contém petróleo e/ou gás natural. Por exemplo, o fluido que contém hidrocarboneto pode conter pelo menos cerca de 10, pelo menos cerca de 25, ou pelo menos 50 por cento em peso de petróleo bruto. Os fluidos que contém hidrocarboneto, produzidos por cada poço 10, podem ser combinados em um tubo coletor de produção 12 e, depois, transportados para o meio da tubulação de corrente 16 para a plataforma 14. Uma primeira extremidade 22 da linha umbilical 18 está ligada a uma instalação de controle na plataforma 14, enquanto uma segunda extremidade 24 da linha umbilical 18 está ligada aos poços 10, ao tubo coletor 12, e/ou à tubulação de corrente 16.

Com referência, agora, à figura 2, a linha umbilical 18 pode incluir uma pluralidade de condutos elétricos 28, uma pluralidade de condutos de fluido 28, e uma pluralidade de camadas protetoras 30, que circundam os condutos elétricos 26 e os condutos de fluido 28. Com referência às figuras 1 e 2, os condutos elétricos 26 podem transportar energia da plataforma 14 para os poços 10 e/ou para o tubo coletor 12. Os condutos de fluido 28, usualmente chamados de linhas de injeção química, são usados, tipicamente, para injetar substâncias químicas de garantia de corrente de baixa viscosidade nos fluidos que contém hidrocarboneto produzidos, transportados de volta para a plataforma 14 por meio da tubulação de corrente 16. Substâncias químicas de garantia de corrente típicas, que são injetadas através dos condutos de fluido 28, incluem, mas não estão limitadas a, inibidores de corrosão, inibidores de parafina, inibidores de incrustações, biocidas, desumulsificantes, removedores de sulfeto de hidrogênio, removedores de oxigênio, tratamentos de água e inibidores de asfalto. O comprimento da linha umbilical 18 e da tubulação de corrente 16 pode ser de pelo menos cerca de 152,40 m (500 pés), pelo menos cerca de 304,80 m (1000 pés). Ou no âmbito de 1.524 m (5000 pés) a  $48,28 \times 10^3$  m (30 milhas). O diâmetro interno de cada conduto de fluido 28 pode ser de cerca de 0,06 m (2.5 polegadas), cer-

ca de 2,54 cm (1 polegada) ou menos, cerca de 0,03 m (0.5 polegada) ou 0,01 m (0.25 polegadas) ou menos.

De acordo com uma modalidade da presente invenção, um redutor de arrasto, descrito detalhadamente abaixo, é transportado através de pelo menos um conduto de fluido 28 da linha umbilical 18. Depois de ser transportado através do conduto de fluido 28, o redutor de arrasto pode ser introduzido no fluido hospedeiro que contém hidrocarboneto, originário da formação subterrânea 20. O local submarino, onde o redutor de arrasto ao avanço é introduzido no fluido hospedeiro que contém hidrocarboneto pode ser na tubulação de corrente 16, no tubo coletor 12 e/ou em cada poço individual 10, tal como descrito mais detalhadamente abaixo.

Em geral, a temperatura do redutor de arrasto durante o transporte através do conduto de fluido 28 é relativamente baixa, devido ao ambiente submarino frio em torno da linha umbilical 18. Além disso, a pressão à qual o redutor de arrasto é transportada através do conduto de fluido 28 é relativamente alta, devido à pressão estática e à contrapressão da linha. Em uma modalidade, o redutor de arrasto pode ser injetado no fluido hospedeiro que contém hidrocarboneto, em um local submarino, onde a temperatura está no âmbito de cerca de  $-3,89^{\circ}\text{C}$  ( $25^{\circ}\text{F}$ ) a cerca de  $37,78^{\circ}\text{C}$  ( $100^{\circ}\text{F}$ ), cerca de  $-1,11^{\circ}\text{C}$  ( $30^{\circ}\text{F}$ ) a cerca de  $23,89^{\circ}\text{C}$  ( $75^{\circ}\text{F}$ ), ou  $1,67^{\circ}\text{C}$  ( $35^{\circ}\text{F}$ ) a  $10^{\circ}\text{C}$  ( $50^{\circ}\text{F}$ ), e a pressão está no âmbito de cerca de  $3,45 \times 10^6$  Pa a cerca de  $5,17 \times 10^7$  Pa (500 a cerca de 10.000 psia), cerca de  $3,45 \times 10^6$  Pa a cerca de  $5,17 \times 10^7$  Pa (500 a cerca de 7.500 psi), ou  $6,89 \times 10^6$  a  $3,45 \times 10^7$  Pa (1.000 a 5.000 psia). Em uma modalidade, a temperatura no local submarino, onde o redutor de arrasto ao avanço é injetado no fluido hospedeiro que contém hidrocarboneto é de pelo menos cerca de  $-12,22^{\circ}\text{C}$  ( $10^{\circ}\text{F}$ ), cerca de  $-6,67^{\circ}\text{C}$  ( $20^{\circ}\text{F}$ ) ou  $-1,11^{\circ}\text{C}$  ( $30^{\circ}\text{F}$ ) mais baixa do que a temperatura de formação de hidrato de gás de água destilada à pressão do local de injeção submarino. Tipicamente, a temperatura do redutor de arrasto no ponto de introdução no fluido hospedeiro é a temperatura mínima do redutor de arrasto no conduto de fluido 28 da linha umbilical 18, enquanto a pressão do redutor de arrasto no ponto de introdução no fluido produzido é a pressão máxima do

reductor de arrasto no conduto de fluido 28 da linha umbilical 18. Redutores de arrasto capazes de ser utilizados na presente invenção, podem possuir propriedades físicas que possibilitam que eles sejam bombeados através do conduto de fluido 28 da linha umbilical 18, a condições operacionais típicas, com uma queda de pressão de menos de cerca de  $3,45 \times 10^4$  Pa (5 psi) por pé, menos de cerca de  $1,72 \times 10^3$  Pa (2,5 psi) por pé, ou menos de  $6,89 \times 10^3$  Pa (1 psi) por 0,08m (pé).

A figura 3 ilustra uma modalidade da presente invenção, onde o reductor de arrasto é introduzido no fluido hospedeiro que contém hidrocarboneto em um local dentro da perfuração. Tal como mostrado na figura 3, o poço 10 pode incluir um envoltório externo 32, um tubo de produção interno 34, e um conduto de injeção de aditivo 36. Durante a operação do poço 10, um aditivo que contém um reductor de arrasto e fornecido pela linha umbilical 18 é transportado para dentro da perfuração por meio de um conduto de injeção e aditivo 36. O reductor de arrasto contido no aditivo é descrito detalhadamente abaixo. O aditivo pode compreender pelo menos cerca de 10, pelo menos cerca de 50, pelo menos cerca de 75, ou pelo menos 90 por cento em peso de reductor de arrasto. Em uma modalidade, o aditivo consiste, essencialmente, no reductor de arrasto sozinho. Em outra modalidade, o aditivo contém o reductor de arrasto em combinação com uma ou mais substâncias químicas de garantia de corrente convencionais. O aditivo pode compreender no âmbito de cerca de 5 a cerca de 75 por cento em peso de partículas de polímero de reductor de arrasto sólidas, no âmbito de cerca de 10 a cerca de 60 por cento em peso de partículas de polímero reductor de arrasto sólidas, ou no âmbito de cerca de 15 a cerca de 45 por cento em peso de partículas de polímero reductor de arrasto sólidas.

Novamente com referência à figura 3, durante a operação do poço 10, o fluido hospedeiro que contém hidrocarboneto passa da formação subterrânea 20, através de perfurações 40 no envoltório externo 32, e para o interior do envoltório 32, onde é combinado com o aditivo para, desse modo, produzir um fluido combinado/tratado, que compreende o reductor de arrasto e o fluido hospedeiro. O fluido tratado resultante pode, depois, ser transpor-

tado para cima, através do tubo de produção 34, para o ou próximo ao fundo do mar 38.

5 A quantidade de redutor de arrasto, combinado com o fluido hospedeiro que contém hidrocarboneto, pode ser expressa em termos de concentração do polímero redutor de arrasto no componente líquido que contém hidrocarboneto do fluido hospedeiro. A concentração do polímero redutor de arrasto no componente líquido que contém hidrocarboneto pode estar no âmbito de cerca de 0,1 a cerca de 500 ppm/p, no âmbito de cerca de 0,5 a cerca de 200 ppm/p, no âmbito de cerca de 1 a cerca de 100 ppm/p, 10 ou no âmbito de 2 a 50 ppm/p. Quando o aditivo for introduzido no fluido hospedeiro que contém hidrocarboneto, pelo menos 50 por cento em peso, pelo menos cerca de 75 por cento em peso, ou pelo menos 95 por cento em peso das partículas do polímero redutor de arrasto sólidas poderão ser dissolvidos pelo fluido hospedeiro.

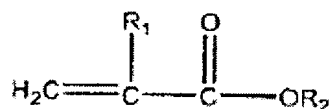
15 Com referência às figuras 1 e 3, depois de ser trazido para o ou próximo ao fundo do mar 38, o fluido tratado pode ser transportado para o tubo coletor 12 e, finalmente, para a plataforma offshore 14 por meio da tubulação de corrente 16. Como o fluido tratado contém um redutor de arrasto, a queda de pressão associada à corrente de fluido tratado através do tubo de produção 34 e tubulação de corrente 16 é reduzida em relação à queda de pressão que está associada à corrente do fluido de produção não-tratado. 20

Em uma modalidade da presente invenção, o redutor de arrasto usado na presente invenção pode ser um redutor de arrasto de látex, que compreende um polímero de alto peso molecular dispersado em uma fase 25 contínua aquosa. O redutor de arrasto de látex pode ser preparado por meio de polimerização de emulsão de uma mistura de reação, que compreende um ou mais monômeros, uma fase contínua, pelo menos um tensoativo e um sistema de iniciação. A fase contínua compreende, em geral, pelo menos um componente selecionado do grupo que consiste em água, líquidos orgânicos 30 polares, e misturas dos mesmos. Quando água é o constituinte selecionado da fase contínua, a mistura de reação também pode compreender um tampão. Tal como descrito abaixo, a fase contínua também pode compreender

um inibidor de hidrato.

O monômero usado para formar o polímero redutor de arrasto de alto peso molecular pode incluir, mas não está limitado a, um ou mais dos monômeros selecionados do grupo que consiste em

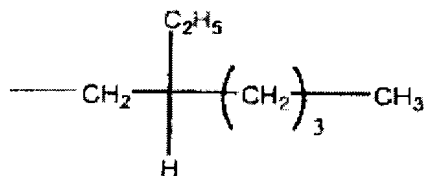
5 (A)



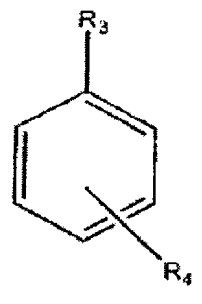
na qual  $\text{R}_1$  é H ou um radical de C1-C10 alquila, de modo particularmente preferido,  $\text{R}_1$  é H,  $\text{CH}_3$  ou  $\text{C}_2\text{H}_5$ , e  $\text{R}_2$  é H ou um radical de C1-C30 alquila, de modo particularmente preferido,  $\text{R}_2$  é um radical de C4-C18 alquila, e, de modo especialmente preferido, está representado pela fórmula (i), tal como

10 se segue

(i)

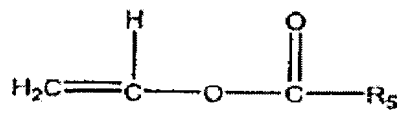


(B)



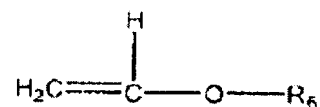
na qual  $\text{R}_3$  é  $\text{CH}=\text{CH}_2$  ou  $\text{CH}_3-\text{C}=\text{CH}_2$  e  $\text{R}_4$  é H ou um radical de C1-C30 alquila, de modo particularmente preferido,  $\text{R}_4$  é H ou um radical de C4-C18 alquila, um anel de fenila com 0 a 5 substituintes, um anel de naftila com 0 a 7 substituintes, ou um anel de piridila com 0 a 4 substituintes;

(C)



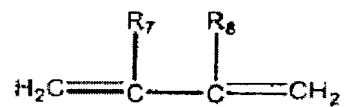
15 na qual  $\text{R}_5$  é H ou um radical de C1-C30 alquila, e, de preferência,  $\text{R}_5$  é um radical de C4-C18 alquila;

(D)



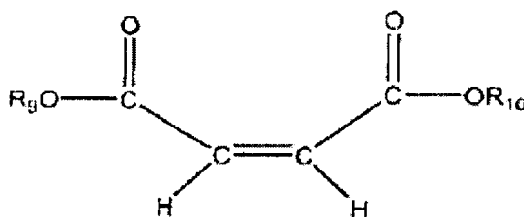
na qual  $\text{R}_6$  é H ou um radical de C1-C30 alquila,  $\text{pr}_6$  é um radical de C4-C18 alquila;

(E)



na qual  $\text{R}_7$  é H ou um radical de C1-C18 alquila, de modo particularmente preferido,  $\text{R}_7$  é H ou um radical de C1-C6 alquila, e  $\text{R}_8$  é H ou um radical de C1-C18 alquila, de modo particularmente preferido,  $\text{R}_8$  é H ou um radical de C1-C6 alquila, e, de modo especialmente preferido,  $\text{R}_8$  é H ou  $\text{CH}_3$ , também o  $\text{H}_2$  nos 1 e 4 átomos de carbono mostrados acima podem ser substituídos por radicais de C1-C18 alquila ou radicais de C1-C6 alquila;

(F) maleatos, tais como



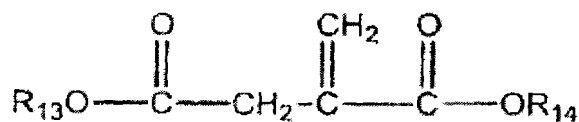
10 na qual  $\text{R}_9$  e  $\text{R}_{10}$  são, independentemente, H, C1-C30 alquila, arila, cicloalquila ou radicais heterocíclicos;

(G) fumaratos, tais como



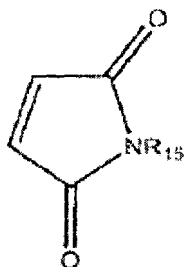
na qual  $\text{R}_{11}$  e  $\text{R}_{12}$  são, independentemente, H, C1-C30 alquila, arila, cicloalquila ou radicais heterocíclicos;

15 (H) isocianatos, tais como



na qual  $R_{13}$  e  $R_{14}$  são, independentemente, H, C1-C30 alquila, arila, cicloalquila, ou radicais heterocíclicos;

(I) maleimididas, tais como



na qual  $R_{15}$  é H, uma C1-C30 alquila, arila, cicloalquila ou radical heterocíclico.

5

Em uma modalidade, são preferidos monômeros da fórmula (A), especialmente, monômeros de metacrilato da fórmula (A), e, de modo especialmente preferido, monômeros de 2-etilhexil metacrilato da fórmula (A).

O tensoativo usado na mistura de reação pode incluir pelo menos um tensoativo aniônico ou não iônico de HLB alto. O termo "número de HLB" refere-se ao equilíbrio hidrofílico-lipofílico de um tensoativo em uma emulsão. O número de HLB é determinado pelo método descrito por W.C. Griffin em J.Soc.Cosmet. Chem. 1, 311 (1949) e J.Soc. Cosmet.Chem., 5, 249 (1954), que está incorporado ao presente por referência. Tal como usado no presente, "HLB alto" indica um número de HLB de 7 ou mais. O número de HLB de tensoativos para uso na formação da mistura de reação pode ser de pelo menos cerca de 8, em torno de 10 ou 12.

15

Exemplos de tensoativos aniônicos de HLB alto incluem sulfatos de alquila, sulfatos de éter alquílico, sulfossuccinatos dialquílicos, fosfatos alquílicos, alquil aril sulfonatos, e sarcossinatos de HLB alto. Exemplos comerciais de tensoativos aniônicos de HLB alto incluem lauril sulfato de sódio (obtenível como RHODAPON™ LSB da Rhodia Incorporated, Cranbury, NJ) sulfossuccinato de sódio dioctílico (obtenível como AEROSOL™ OT de Cy-

20

tec Industries, Inc., West Paterson, NJ), sal de sódio de 2-etilhexil polifosfato (obtenível de Jarchem Industries Inc., Newark, NJ), sulfonato de dodecilbenzeno de sódio (obtenível como NORFOX™ 40 de Norman, Fox & Co., Vernon, CA) e sódio laurilsarcosínico (disponível como HAMPOSYL™ L-30 de Hamshire Chemical Corp., Lexington, MA).

Exemplos de tensoativos não-iônicos de HLB alto incluem ésteres de sorbitano de HLB alto, ésteres de ácido graxo de PEG, ésteres de glicerina etoxilados, aminas graxas etoxiladas, ésteres de sorbitano etoxilados, tensoativos de bloco de óxido de etileno/propileno, ésteres de álcool/ácido graxo, álcoois etoxilados, ácidos graxos etoxilados, óleos de mamona alcoxilados, ésteres de glicerina, etoxilatos de álcool lineares e etoxilatos de alquilfenol. Exemplos comerciais de tensoativos não-iônicos de HLB alto incluem etanóis de poli(etilenóxi) de nonilfenóxi e octilfenóxi (obtenível, em cada caso, como IGEPAL™ série CA e CO, de Rhodia, Cranbury, m NJ), C8 a C18 álcoois primários etoxilados (tal como RHODASURF™ LA-9 de Rhodia Inc., Cranbury, NJ), C11 a C15 etoxilados de álcool secundário (obtenível d TERGITOL™ série 15-S, incluindo 15-S-7, 15-S-9, 15-S-12, de Dow Chemical Company, Midland, MI) ésteres de ácido graxo de polioxietileno sorbitano (obtenível como a série TWEEN™ de tensoativos de Uniquema, Wilmington, DE), éter oleílico de óxido de polietileno (25) (obtenível como SI-PONIC™ Y-500-70 de Americal Alcolac Chemcial Co., Baltimore, MD), álcoois de poliéter alquilarílico (obtenível como TRITON™ série X, incluindo X-100, X-165, X-305 e X-405, de Dow Chemical Company, Midland, MI).

O sistema de iniciação para uso na mistura de reação pode ser qualquer sistema apropriado para gerar radicais livres necessários para facilitar a polimerização da emulsão. Iniciadores possíveis incluem persulfatos (por exemplo, persulfato de amônio, persulfato de sódio, persulfato de potássio), persulfatos de peróxi e peróxidos (por exemplo, terc-butil hidroperóxido), usados sozinhos ou em combinação com um ou mais componentes redutores e/ou aceleradores. Componentes redutores possíveis incluem, mas não estão limitados a, bissulfitos, metabissulfitos, ácido ascórbico, ácido eritórbico e sulfoxilato de formaldeído de sódio. Aceleradores possíveis in-

cluem, mas não estão limitados a, qualquer composição que contenha um metal de transição com dois estados de oxidação, tais como, por exemplo, sulfato ferroso e sulfato de amônio ferroso. Alternativamente, técnicas de iniciação térmica e de radiação podem ser usadas para gerar os radicais livres.

Quando água é usada para formar a mistura de reação, a água pode ser uma água purificada, tal como água destilada ou deionizada. Porém, a fase contínua da emulsão também pode compreender líquidos orgânicos polares ou soluções aquosas de líquidos orgânicos polares, tais como os relacionados abaixo.

Tal como observado previamente, a mistura de reação, opcionalmente, pode incluir um tampão. O tampão pode compreender qualquer tampão conhecido, que seja compatível como o sistema de iniciação, tais como, por exemplo, tampões de carbonato, fosfato e/ou borato.

Tal como observado previamente, a mistura de reação pode conter, opcionalmente, pelo menos um inibidor de hidrato. O inibidor de hidrato pode ser um inibidor de hidrato termodinâmico, tal como, por exemplo, um álcool e/ou um poliol. Em uma modalidade, o inibidor de hidrato pode compreender um ou mais álcoois poliídricos e/ou um ou mais éteres de álcoois poliídricos. Álcoois poliídricos apropriados incluem, mas não estão limitados a, monoetileno glicol, dietileno glicol, trietileno glicol, monopropileno glicol e/ou dipropileno glicol. Éteres apropriados de álcoois poliídricos incluem, mas não estão limitados a, éter monometílico de etileno glicol, éter monometílico de dietileno glicol, éter monometílico de propileno glicol, éter monometílico de dipropileno glicol.

Em geral, o inibidor de hidrato pode ser qualquer composição que, quando misturada com água destilada a uma relação de peso de 1:1, produz uma mistura de líquido de hidrato inibido, com uma temperatura de formação de hidrato de gás a  $1,38 \times 10^7$  Pa (2000 psia), que é mais baixa do que a temperatura, de formação de hidrato de gás de água destilada a  $1,38 \times 10^7$  Pa (2.000 psia), por uma quantidade no âmbito de cerca de  $-12,22^\circ\text{C}$  ( $10^\circ\text{F}$ ) a cerca de  $65,56^\circ\text{C}$  ( $150^\circ\text{F}$ ), cerca de  $-6,67^\circ\text{C}$  ( $20^\circ\text{F}$ ) a cerca de

26,67°C (80°F), ou -1,11°C (30°F) a 15,56°C (60°F). Por exemplo, monoetileno glicol qualifica-se como inibidor de hidrato, porque a temperatura de formação de hidrato de gás de água destilada a (2.000 psia) é de cerca de 21,11°C (70°F), enquanto a temperatura de formação de uma mistura de 1:1 de água destilada e monoetileno glicol a  $1,38 \times 10^7$  Pa (2.000 psia) é de cerca de -2,22°C (28°F). Desse modo, monoetileno glicol baixa a temperatura de formação de hidrato de gás de água destilada a  $1,38 \times 10^7$  Pa (2.000 psia) em cerca de 5,56°C (42°F), quando adicionado à água destilada a uma relação de peso de 1:1. Deve ser observado que a temperatura de formação de hidrato de gás de um líquido específico pode variar dependendo da constituição da composição do gás natural usado para determinar a temperatura de formação de hidrato de gás. Portanto, quando temperatura de formação de hidrato de gás é usado no presente para definir o que constitui um "inibidor de hidrato", presume-se que essa temperatura de hidrato de gás é determinada usando uma composição de gás natural, que contém 92 por cento em mol de metano, 5 por cento em mol de etano e 3 por cento em mol de propano.

Ao formar a mistura de reação, o monômero, água, pelo menos um tensoativo e, opcionalmente, o inibidor de hidrato, podem ser combinados sob uma atmosfera substancialmente livre de oxigênio, que é mantida a menos de cerca de 1000 ppm/p de oxigênio ou menos de cerca de 100 ppm/p de oxigênio. A atmosfera livre de oxigênio pode ser mantida lavando continuamente o recipiente de reação com um gás inerte, tal como nitrogênio e/ou argônio. A temperatura do sistema pode ser mantida a um nível do ponto de congelamento da fase contínua de até cerca de 60°C, ou de cerca de 0 a cerca de 45°C, ou de 0 a 30°C. A pressão do sistema pode ser mantida no âmbito de cerca de  $3,45 \times 10^4$  a cerca de  $6,89 \times 10^5$  Pa (5 a cerca de 100 psia), ou de cerca de  $6,89 \times 10^4$  Pa a cerca de  $1,72 \times 10^5$  Pa (10 a cerca de 25 psia), ou em torno da pressão atmosférica. Porém, pressões mais altas, de cerca de  $2,068 \times 10^6$  Pa (300 psia), podem ser necessárias para polimerizar determinados monômeros, tais como diolefinas. A seguir, um tampão pode ser adicionado, caso necessário, seguido da adição do sistema inicia-

5 dor, quer todo de uma vez ou ao longo do tempo. A reação de polimerização é realizada por uma quantidade de tempo suficiente para obter pelo menos 90 por cento de conversão em peso dos monômeros. Tipicamente, esse período de tempo está no âmbito de entre cerca de 1 a cerca de 10 horas, ou 3 a 5 horas. Durante a polimerização, a mistura de reação pode ser continuamente agitada.

A tabela abaixo apresenta âmbitos amplos e estreitos aproximados para as quantidades de ingredientes presente na mistura de reação.

Ingrediente	Âmbito amplo	Âmbito estreito
Monômero (% em peso da mistura de reação)	10 – 60%	40 – 50%
Água (% em peso da mistura de reação)	20 – 80%	50 – 60%
Tensoativo (% em peso da mistura de reação)	0,1 – 10%	0,25 – 6%
Sistema iniciador		
Monômero: iniciador (relação molar)	$1 \times 10^3:1 - 5 \times 10^6:1$	$1 \times 10^4:1 - 2 \times 10^6:1$
Monômero: comp. Redutor (relação molar)	$1 \times 10^3:1 - 5 \times 10^6:1$	$1 \times 10^4:1 - 2 \times 10^6:1$
Acelerador: iniciador (relação molar)	0,01:1 – 10:1	0,01:1 – 1:1
Tampão	0 até a quantidade necessária para atingir um pH de iniciação (dependendo do iniciador, tipicamente entre cerca de 6,5-10)	
Inibidor de Hidrato	relação em peso de inibidor de hidrato para água de cerca de 1:10 a cerca de 10:1, cerca de 1:5 a cerca de 5:1, ou 2:3 a 3:2	

10 A reação de polimerização da emulsão dá uma composição de látex, que compreende uma fase dispersa de partículas sólidas e uma fase líquida contínua. O látex pode ser uma dispersão coloidal estável, que compreende uma fase dispersa de partículas de polímero de alto peso molecular e uma fase contínua, que compreende água. As partículas coloidais podem compreender no âmbito de cerca de 10 a cerca de 60 por cento em peso do

15 látex, ou no âmbito de 40 a 50 por cento do látex. A fase contínua pode compreender água, o tensoativo e HLB alto, o inibidor de hidrato (caso pre-

sente) e tampão, conforme necessário. Água está presente no âmbito de cerca de 20 a cerca de 80 por cento em peso do látex, ou cerca de 40 a cerca de 60 por cento em peso do látex. O tensoativo de HLB alto está formado no âmbito de cerca de 0,1 a cerca de 10 por cento em peso do látex, ou de 5 0,25 a 6 por cento em peso do látex. Tal como observado na tabela acima, o tampão está presente em uma quantidade necessária para atingir o pH necessário para iniciação da reação de polimerização e depende do iniciador. Tipicamente, o pH necessário para iniciar uma reação está no âmbito de 6,5 a 10.

10 Quando o inibidor de hidrato é usado na mistura de reação, pode estar presente no látex resultante em uma quantidade que dá uma relação de peso de inibidor de hidrato para água no âmbito de cerca de 1:10 a cerca de 10:1, cerca de 1:5 a cerca de 5:1, ou 2:3 a 3:2. Alternativamente, todo ou parte do inibidor de hidrato pode ser adicionado ao látex depois da polimeri- 15 zação, para fornecer a quantidade desejada de inibidor de hidrato na fase contínua do látex.

A quantidade específica de inibidor de hidrato usado no látex pode variar dependendo das condições de temperatura e pressão, sob as quais o redutor de arrasto do látex é exposto a gás natural e a constituição 20 da composição do gás natural. Em geral, a quantidade de inibidor de hidrato presente no redutor de arrasto do látex é, pelo menos a quantidade mínima necessária para baixar a temperatura de formação de hidrato de gás do redutor de gás para abaixo da temperatura à qual ele será posto em contato com gás natural, à pressão de contato. A figura 4 mostra uma ilustração de 25 como temperatura, pressão e concentração de inibidor de hidrato (por exemplo, monoetileno glicol (MEG)) afeta a formação de hidratos de gás natural. As curvas de formação de hidrato de gás ilustradas na figura 4 foram desenvolvidas usando um programa de modelo de computador patenteado. Essas curvas de formação de hidrato de gás foram geradas para gás natu- 30 ral, que contém 92 por cento em mol de metano, 5 por cento em mol de etano e 3 por cento em mol de propano. Em geral, as curvas da figura 4 mostram que a temperatura de formação de hidrato de gás diminui com pressão

decrecente e concentração crescente de MEG (inibidor de hidrato).

O polímero redutor de arrasto da fase dispersa do látex pode ter um peso molecular de média de peso ( $M_w$ ) de pelo menos cerca de  $1 \times 10^6$  g/mol, ou pelo menos cerca de  $2 \times 10^6$  g/mol, ou pelo menos  $5 \times 10^6$  g/mol.

5 As partículas coloidais do polímero redutor de arrasto podem ter um tamanho de partícula médio de menos de cerca de 10 microns, menos de cerca de 1000 nm (1 micron), no âmbito de cerca de 10 a cerca de 500 nm, ou no âmbito de 50 a 250 nm. Pelo menos cerca de 95 por cento em peso das partículas coloidais podem ser maiores que cerca de 10 nm e menores do que  
10 cerca de 500 nm. Pelo menos cerca de 95 por cento em peso das partículas podem ser maiores que cerca de 25 nm e menores do que cerca de 250 nm. O polímero da fase dispersa pode apresentar pouca ou nenhuma ramificação ou reticulação. A fase contínua pode ter um pH no âmbito de cerca de 4 a cerca de 10, ou de cerca de 6 a cerca de 8, e contém poucos, se de todo,  
15 cátions multivalentes.

Para que o polímero possa funcionar como redutor de arrasto, o polímero deve dissolver-se ou ser substancialmente dissolvido no fluido produzido (por exemplo, petróleo bruto e/ou água). A eficiência das partículas de polímero de alto peso molecular como redutores de arrasto, quando adicionadas diretamente ao fluido produzido, depende em grande parte da temperatura do fluido produzido. Por exemplo, a temperaturas mais baixas, o polímero se dissolve a uma razão mais baixa no fluido produzido, portanto, menos redução de arrasto pode ser obtida. Mas, quando a temperatura do fluido produzido está acima de cerca de  $30^\circ\text{C}$  ou acima de  $40^\circ\text{C}$ , o polímero  
20 será dissolvido mais rapidamente e será obtida uma considerável redução de arrasto.  
25

O redutor de arrasto usado na presente invenção deve ser relativamente estável, de modo que possa ser armazenado por períodos de tempo longos e, depois, usado como redutor de arrasto eficiente, sem modificação adicional. Tal como usado no presente "estabilidade de armazenamento" indica a capacidade de uma dispersão coloidal de ser armazenada por  
30 períodos de tempo significativos, sem que uma quantidade significativa da

fase sólida dispersa se dissolva na fase líquida contínua. O redutor de arrasto modificado pode apresentar uma estabilidade de armazenamento, de modo que menos do que cerca de 25, cerca de 10 ou 5 por cento em peso das partículas sólidas de polímero de alta peso molecular se dissolvem na fase contínua sobre um período de armazenamento de 6 meses, em que o redutor de arrasto modificado é armazenado sem agitação à temperatura e pressão normais (STP) durante o período de armazenamento de 6 meses.

Os redutores de arrasto usados na presente invenção podem proporcionar uma percentagem significativa de redução de arrasto(%DR). Por exemplo, os redutores de arrasto podem proporcionar pelo menos cerca de 5 por cento de redução de arrasto, pelo menos cerca de 15 por cento de redução de arrasto, ou pelo menos 30 por cento de redução de arrasto. A redução percentual de arrasto e a maneira pela qual é calculada são descritas mais detalhadamente no exemplo 3, abaixo.

## 15 Exemplos

### Exemplo 1: Preparação de Redutor de Arrasto com Inibição de Hidrato

Nesse exemplo, um látex redutor de arrasto com inibição de hidrato foi preparado polimerizando metacrilato de 2-etilhexil em uma emulsão que compreende água, tensoativo, iniciador e um tampão.

20 A polimerização foi realizada em uma caldeira de reação, provida de envoltório, de 1000 ml, com um condensador, agitador mecânico, pilha termelétrica, aberturas de septo, e entradas/saídas de nitrogênio.

A caldeira foi carregada com 200,00 gramas de metacrilato de 2-etilhexil (monômero), 140,82 gramas de etileno glicol (inibidor de hidrato), 93,88 gramas de água destilada, 18,80 gramas de Polystep® B-5 (ensoativo, obténível de Stepan Company of Northfield, Illinois), 20,00 grmas de Tergitol™ 15-S-7 (tensoativo, obténível de Dow Chemical Company of Midland, Michigan), 0,57 gramas de fosfato de potássio monobásico (tampão de pH), 0,44 gramas de fosfato de potássio monobásico (tampão de pH), e 0,001 gramas de sulfato de amônio ferroso (acelerador de polimerização).

30 A mistura foi agitada usando um agitador do tipo lâmina a 400 rpm para emulsificar o monômero na água, glicol e veículo de tensoativo. A

mistura foi depois lavada com nitrogênio para remover quaisquer traços de oxigênio no reator, e refrigerada para cerca de 5°C (41°F).

A reação de polimerização foi iniciada adicionando ao reator 10,00 ml de uma solução de persulfato de amônio (0,0322 gramas de persulfato de amônio dissolvidos em 10 ml de água destilada), a uma razão de 5 1,00 ml por hora, e 10,0 ml de uma solução de sulfoxilato de formaldeído de sódio (0,0224 gramas de sulfoxilato de formaldeído de sódio, dissolvidos em 10,0 ml de água destilada), a uma razão de 1,00 ml por hora, usando uma bomba de seringa por meio de um tubo de furo pequeno. A reação de poli-  
10 merização foi realizada com agitação pro cerca de 16 horas.

#### Exemplo 2: Preparação de Redutor de Resistência ao Arrasto de Látex sem Inibidor de Hidrato

Nesse exemplo, um látex redutor de arrasto foi preparado polimerizando metacrilato de 2-etilhexil em uma emulsão que compreende água,  
15 tensoativo, iniciador e um tampão.

A polimerização foi realizada em uma caldeira de reação, provida de envoltório, de 300 ml, com um condensador, agitador mecânico, pilha termoelétrica, aberturas de septo, e entradas/saídas de nitrogênio.

A caldeira foi carregada com 0,231 g de hidrogêniofosfato dissódico, 0,230 g de diidrogêniofosfato de potássio, e 4,473 g de dodecil sulfonato de sódio. A caldeira foi lavada com nitrogênio durante a noite. A seguir, a  
20 caldeira foi carregada com 125 g de água desoxigenada de qualidade de HPLC, o conteúdo da caldeira foi agitado a 300 rpm, e a temperatura da caldeira foi ajustada para 5°C, usando o banho de circulação. O monômero de  
25 metacrilato de 2-etilhexil (100 ml, 88,5 g) foi depois purificado para remover qualquer inibidor de polimerização presente, desoxigenado (borbulhando gás de nitrogênio através da solução) e transferido para a caldeira.

Nesse exemplo, quatro iniciadores foram preparados para adição à caldeira: uma solução de persulfato de amônio (APS) dissolvendo  
30 0,232 g de APS em 50,0 ml de água; uma solução de sulfoxilato de formaldeído de sódio (SFS), dissolvendo 0,175 g de SFS em 100,0 ml de água; uma solução de sulfato ferroso dissolvendo 0,021 g de FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O em

10,0 ml de água; e uma solução de terc-butil hidroperóxido (TBHP), dissolvendo 0,076 g de TNHP de 70% em 50,0 ml de água.

A caldeira foi depois carregada com 1,0 ml de solução de sulfato ferroso e ao longo de um período de duas horas, foram adicionados, concomitantemente, 1,0 ml de solução de APS e 1,0 ml de solução de SFS. Após a adição de APS e SFS, foram adicionados concomitantemente 1,0 ml de solução de TBHP e 1,0 ml de solução de SFS, ao longo de um período de duas horas.

O látex foi coletado depois da temperatura ter resfriado para a temperatura inicial. O látex final (216,58 g) compreende 38,3% de polímero e uma pequena quantidade de coagulina (0,41 g).

Exemplo 3: Medições de Redução de Arrasto do Redutor de Arrasto de Látex inibido para hidrato e Redutor de Arrasto de Látex sem Inibição para Hidrato

O teste de circuito de corrente foi realizado para avaliar a eficiência do látex como um redutor de arrasto. A redução de arrasto percentual (%DR) foi medida em uma tubulação nominal de 0,03 m (1 polegada), com comprimento de 30,48 m (100 pés) [diâmetro interno de 0,02m (0,957 polegadas)] contendo combustível de diesel corrente a  $3,79 \times 10^9$  m<sup>3</sup>/min (9,97 galões por minuto). Antes do teste, o látex foi adicionado a uma mistura de 3 partes de querosene a 2 partes de álcool isopropílico em massa e lentamente dissolvida sob condições de baixo cisalhamento, para fazer uma solução polimérica que contém 0,43 a 0,45% de polímero em massa. A solução foi injetada a uma razão de 16,8 ml/min no diesel no circuito de corrente. Isso correspondeu a uma concentração de 1,8 a 2,0 ppm em massa no diesel. A razão de corrente volumétrica do diesel foi mantida constante durante o teste, e a queda de pressão friccional é medida sobre a tubulação de 30,48 m (100 pés), sem redutor de arrasto presente e com redutor de arrasto presente. A redução percentual de arrasto foi calculada das medições de pressão, tal como se segue:

$$\%DR = \frac{\Delta P_{\text{linhadebase}} - \Delta P_{\text{tratada}}}{\Delta P_{\text{linhadebase}}} \times 100\%$$

onde  $\Delta P_{\text{linha de base}}$  = queda de pressão friccional sem tratamento

com redutor de arrasto;

$\Delta P_{tratada}$  = queda de pressão friccional com tratamento com redutor de arrasto.

5 A composição do exemplo 1 foi testada pelo método descrito acima e resultou em 28% DR. A composição do exemplo 2 foi testada da mesma maneira e resultou em 25%DR.

#### Exemplo 4: Medição da Formação de Hidrato no Redutor de Arrasto Inibido para Hidrato

10 A composição do exemplo 1 foi submetida ao teste de formação de hidrato colocando 20 ml do látex em uma célula de pressão, seguido de 32 cm<sup>3</sup> de um gás natural sintético (92% de metano, 5% de etano e 3% de propano, todos percentuais em mol), a 2,76 x 10<sup>6</sup> Pa manométrico (4000 psig). A célula é equipada com uma janela transparente pequena, de modo que o conteúdo possa ser visualmente observado.

15 A célula foi depois resfriada para 4,44°C (40°F) e deixada a essa temperatura por um período de 24 horas. A pressão na célula é mantida a 2,76 x 10<sup>7</sup> Pa manométrico (4.000 psig) através do uso de um pistão na célula. O volume da célula diminui significativamente se formarem hidratos (à medida que o gás natural é absorvido no fluido) e o pistão se move para  
20 manter a pressão da célula a 2,76 x 10<sup>7</sup> Pa manométrico (4000 psig). Não foi observada nenhuma mudança no volume da célula durante o teste de 24 horas. Não foi observada nenhuma indicação visível de formação de hidrato de gás através da janela de inspeção.

#### Exemplo 5: Medição da Formação de Hidrato no Redutor de Arrasto sem Inibidor de Hidrato

25 A composição do exemplo 2 foi submetida ao teste de formação de hidrato colocando 20 ml do látex em uma célula de pressão, seguido de 32 cm<sup>3</sup> de um gás natural sintético (92% de metano, 5% de etano e 3% de propano, todos percentuais em mol), a 2,76 x 10<sup>7</sup> Pa manométrico (4000  
30 psig). A célula é equipada com uma janela transparente pequena, de modo que o conteúdo possa ser visualmente observado.

A célula foi depois resfriada para 4,44°C (40°F) e deixada a essa

temperatura por um período de 24 horas. A pressão na célula é mantida a  $2,76 \times 10^7$  Pa manométrico (4.000 psig) através do uso de um pistão na célula. O volume da célula diminui significativamente se formarem hidratos (à medida que o gás natural for absorvido no fluido) e o pistão se move para  
5 manter a pressão da célula a  $2,76 \times 10^7$  Pa manométrico (4000 psig). Foi observada uma mudança significativa no volume da célula durante o teste de 24 horas. Foi observada uma indicação visível de formação de hidrato de gás através da janela de inspeção.

As formas preferidas da invenção descritas acima devem ser  
10 usadas apenas como ilustração e não devem ser usadas em um sentido restritivo para interpretar o alcance da presente invenção. Obviamente, podem ser feitas facilmente modificações das modalidades exemplificadas, apresentadas acima, pelos que são versados na técnica, sem afastar-se do espírito da presente invenção.

#### 15 Âmbitos Numéricos

A presente descrição usa âmbitos numéricos para quantificar determinados parâmetros referentes à invenção. Deve ser entendido que quando âmbitos numéricos são citados, esses âmbitos devem ser interpretados como dando um suporte literal para limitações de reivindicações, que  
20 apenas citam o valor mais baixo do âmbito, bem como limitações de reivindicações, que apenas citam o valor superior do âmbito. Por exemplo, um âmbito numérico descrito de 10 a 100 dá suporte literal para uma reivindicação que cita "mais de 10" (sem limites superiores) e uma reivindicação que cita "menos de 100" (sem limites inferiores).

25 A presente descrição usa valores numéricos específicos para quantificar determinados parâmetros referentes à invenção, onde os valores numéricos específicos não são expressamente parte de um âmbito numérico. Deve ser entendido que cada valor numérico específico citado deve ser interpretado como dando suporte literal para um âmbito amplo, intermediário  
30 e estreito. O âmbito amplo associado a cada valor numérico específico é o valor numérico mais ou menos 60 por cento do valor numérico, arredondado para dois dígitos significativos. O âmbito intermediário associado a cada va-

lor numérico específico é o valor numérico mais ou menos 30 por cento do valor numérico, arredondado para dois dígitos significativos. O âmbito estreito associado a cada valor numérico específico é o valor numérico mais ou menos 15 por cento do valor numérico, arredondado para dois dígitos significativos. Por exemplo, se a especificação descrever uma temperatura específica de 16,67°C (62°F), essa descrição dará um suporte literal para um âmbito numérico amplo de -3,89° a 37,22°C (16,67 ± 2,78°C) [25°F a 99°F (62°F ± 37°F)], um âmbito numérico intermediário de 6,11°C a 27,22°C (16,67 ± 2,78°C) [43°F a 81°F (62 ± 19°F)], e um âmbito numérico estreito de 11,67°C (53°F) a 21,67°C (71°F) 16,67 ± -12,78°C (62 ± 9°F). Esses âmbitos numéricos amplos, intermediários e estreitos devem ser aplicados não apenas aos valores específicos, mas também devem ser aplicados a diferenças entre esses valores específicos. Desse modo, se a especificação descrever uma primeira pressão de 7,58 x 10<sup>5</sup> Pa (110 psia) e uma segunda pressão de 3,31 x 10<sup>5</sup> Pa (48 psia) (uma diferença de 4,27 x 10<sup>5</sup> Pa (62 psi), o âmbito amplo, intermediário e estreito para a diferença de pressão, em cada caso, é de 1,72 x 10<sup>5</sup> Pa a 6,82 x 10<sup>5</sup> Pa (25 a 99 psi), 2,96 x 10<sup>5</sup> a 5,58 x 10<sup>5</sup> Pa (43 a 81 psi) e 3,65 x 10<sup>5</sup> a 4,89 x 10<sup>5</sup> Pa (53 a 71 psi).

#### Definições

20 Tal como usado no presente, o termo "hidrato de gás" indica um material similar ao gelo, que contém um retículo cristalino de água, que contém, sem ligação química, moléculas de hidrocarboneto leves, normalmente encontradas em gás natural.

25 Tal como usado no presente, o termo "temperatura de formação de hidrato de gás" indica uma temperatura à qual um líquido aquoso, que está em contato com gás natural, que contém 92% em mol de metano, 5% em mol de etano e 3% em mol de propano, a uma determinada pressão, inicialmente muda do estado líquido para o estado sólido, para, desse modo, formar um hidrato de gás. Por exemplo, tal como ilustrado na figura 4, a temperatura de formação de hidrato de água destilada, a 1,37 x 10<sup>7</sup> Pa (2.000 psia), pode ser de cerca de -2,2°C (28°F); a temperatura de formação de hidrato de uma mistura de 1:3 de monoetilenoglicol (MEG) e água desti-

30

lada, a  $1,37 \times 10^7$  Pa (2.000 psia), pode ser de cerca de 13,89°C (57°F); e a temperatura de formação de hidrato de gás de uma mistura de 1:1 de MEG e água destilada, a  $1,37 \times 10^7$  Pa (2.000 psia), pode ser de cerca de 21,11°C (70°F).

5 Tal como usado no presente, os termos "inibidor de hidrato de gás" e "inibidor de hidrato" indicam uma composição que, quando misturada com um líquido aquoso, produz uma mistura de líquido inibido para hidrato, com uma temperatura de formação de gás hidrato menor [do que a do líquido aquoso original].

10 Tal como usado no presente, o termo "reduzidor de arrasto" indica uma composição que, quando adicionada a um fluido hospedeiro, é eficiente para reduzir a perda de pressão associada à corrente turbulenta do fluido hospedeiro através de uma tubulação.

15 Tal como usado no presente, o termo "reduzidor de arrasto de látex" indica uma composição que contém uma fase contínua de líquido aquoso e uma fase dispersa, que compreende partículas de um polímero reduzidor de arrasto. Quando o polímero reduzidor de arrasto de um reduzidor de arrasto de látex é formado por polimerização em emulsão, a fase contínua do reduzidor de arrasto de látex pode ser formado, pelo menos em parte, pelo líquido usado para polimerização em emulsão, ou a fase contínua pode ser formada de um líquido inteiramente diferente do líquido usado para polimerização em emulsão. Mas, a fase contínua do reduzidor de arrasto de látex deve ser um não-solvente para a fase dispersa.

20 Tal como usado no presente, o termo "diâmetro interno médio" indica o diâmetro interno de um tubo, com a média calculada ao longo do comprimento do tubo.

25 Tais como usados no presente, os termos "compreendendo", "compreende" e "compreendem" são termos de transição de final aberto, usados para transição de um sujeito citado antes do termo para um ou mais elementos citados depois do termo, sendo que o elemento ou elementos relacionados depois do termo de transição, não são, necessariamente, os  
30 únicos elementos que constituem o sujeito.

Tais como usados no presente, os termos "incluindo", "inclui" e "incluem" têm o mesmo significado de final aberto como "compreendendo", "compreende" e "compreendem".

5 Tais como usados no presente, os termos "tendo", "tem" e "têm" têm o mesmo significado de final aberto como "compreendendo", "compreende" e "compreendem".

Tais como usados no presente, os termos "contendo", "contém" e "contêm" têm o mesmo significado de final aberto como "compreendendo", "compreende" e "compreendem".

10 Tais como usados no presente, "um", "uma", "o" ["a"], e "referido(a)" significam um ou mais.

15 Tal como usado no presente, o termo "e/ou", quando usado em uma lista de dois ou mais itens, significa que qualquer um dos itens relacionados pode ser usado sozinho ou em qualquer combinação de dois ou mais dos itens relacionados pode ser usada. Por exemplo, se uma composição for descrita como contendo os componentes A, B e/ou C, a composição pode conter A sozinho, B sozinho; C sozinho; A e B em combinação; A e C em combinação; B e C em combinação; ou A, B e C em combinação.

## REIVINDICAÇÕES

1. Método, que compreende:

(a) transportar um redutor de arrasto de látex através de um tubo de injeção de uma tubulação umbilical submarina; e

5 (b) introduzir o redutor de arrasto transportado em um local submarino, em um fluido que se origina de uma formação subterrânea, sendo que o referido redutor de arrasto compreende um inibidor de hidrato em uma quantidade suficiente para evitar a formação de hidratos de gás, quando o referido redutor de arrasto entra em contato com gás natural, sob  
10 as condições às quais o referido redutor de arrasto é introduzido no referido fluido.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, sendo que o referido fluido compreende petróleo e gás natural.

3. Método de acordo com a reivindicação 1, sendo que a etapa  
15 (b) inclui introduzir o referido redutor de arrasto em um tubo submarino, que está transportando o referido fluido.

4. Método de acordo com a reivindicação 1, sendo que o referido local submarino está abaixo do fundo do mar.

5. Método de acordo com a reivindicação 1, sendo que a tempe-  
20 ratura do referido redutor de arrasto no referido local submarino é mais baixa do que a temperatura de formação de hidrato de gás de água destilada, à pressão do referido local submarino.

6. Método de acordo com a reivindicação 1, sendo que a tempe-  
25 ratura do referido redutor de arrasto no referido local submarino é pelo menos cerca de  $-12,22^{\circ}\text{C}$  ( $10^{\circ}\text{F}$ ) mais baixa do que a temperatura de formação de hidrato de gás de água destilada, à pressão do referido local submarino.

7. Método de acordo com a reivindicação 1, sendo que a etapa  
(b) é realizada a uma temperatura no âmbito de cerca de  $-6,67^{\circ}\text{C}$  ( $20^{\circ}\text{F}$ ) a  
cerca de  $23,89^{\circ}\text{C}$  ( $75^{\circ}\text{F}$ ), e a uma pressão no âmbito de cerca de  $3,45 \times 10^6$   
30 a cerca de  $5,17 \times 10^7$  Pa (500 a cerca de 7.500 psia).

8. Método de acordo com a reivindicação 1, sendo que o referido inibidor de hidrato é uma composição que, quando misturada com água des-

tilada a uma relação de peso de 1:1, produz uma mistura de líquido inibido para hidrato, com uma temperatura de formação de hidrato de gás, a  $1,37 \times 10^7$  Pa (2.000 psia), que é pelo menos cerca de  $-12,22^\circ\text{C}$  ( $10^\circ\text{F}$ ) mais baixa do que a temperatura de formação de hidrato de gás de água destilada, a

5  $1,37 \times 10^7$  Pa (2.000 psia).

9. Método de acordo com a reivindicação 1, sendo que o referido inibidor de hidrato compreende um álcool poliídrico e/ou um éter de um álcool poliídrico.

10. Método de acordo com a reivindicação 1, sendo que o referido redutor de arrasto compreende uma fase contínua líquida e uma pluralidade de partículas de polímero dispersa na referida fase contínua.

11. Método de acordo com a reivindicação 10, sendo que o referido redutor de arrasto compreende pelo menos cerca de 10 por cento em peso das referidas partículas de polímero.

15 12. Método de acordo com a reivindicação 10, sendo que as referidas partículas de polímero têm um tamanho de partícula de menos de cerca de 10 microns.

13. Método de acordo com a reivindicação 10, sendo que pelo menos cerca de 95 por cento em peso das referidas partículas de polímero

20 são maiores do que cerca de 10 nanômetros e menos do que cerca de 500 nanômetros.

14. Método de acordo com a reivindicação 10, sendo que o referido redutor de arrasto compreende pelo menos cerca de 20 por cento em peso de água.

25 15. Método de acordo com a reivindicação 14, sendo que a relação de peso do referido inibidor de hidrato para água no referido redutor de arrasto está no âmbito de cerca de 1:10 a cerca de 10:1.

16. Método de acordo com a reivindicação 10, sendo que as referidas partículas de polímero têm um peso molecular de média de peso de

30 pelo menos cerca de  $1 \times 10^6$  g/mol.

17. Método de acordo com a reivindicação 1, sendo que as referidas partículas de polímero são pelo menos parcialmente formadas por

meio de polimerização em emulsão.

18. Redutor de arrasto de látex, que compreende:

uma fase contínua líquida, que compreende água e um inibidor de hidrato; e

5 uma fase dispersa, que compreende partículas de um polímero redutor de arrasto,

sendo que o referido inibidor de hidrato é uma composição que, quando misturada com água destilada, a uma relação de peso de 1:1, produz uma mistura de líquido inibido para hidrato, com uma temperatura de  
10 formação de hidrato de gás, a  $1,37 \times 10^7$  Pa (2.000 psia), que é pelo menos cerca de  $-12,22^\circ\text{C}$  ( $10^\circ\text{F}$ ) mais baixa do que a temperatura de formação de hidrato de gás de água destilada, a  $1,37 \times 10^7$  Pa (2.000 psia),

sendo que a relação de peso do referido inibidor de hidrato para água está no âmbito de cerca de 1:10 a cerca de 10:1,

15 sendo que as referidas partículas do referido polímero redutor de arrasto têm um tamanho de partícula médio de menos de cerca de 10 microns.

19. Redutor de arrasto de látex de acordo com a reivindicação 18, sendo que as referidas partículas têm um tamanho de partícula médio de  
20 cerca de 1 micron.

20. Redutor de arrasto de látex de acordo com a reivindicação 19, sendo que pelo menos cerca de 95 por cento em peso das referidas partículas são maiores do que cerca de 10 nanômetros e menores do que cerca de 500 nanômetros.

25 21. Redutor de arrasto de látex de acordo com a reivindicação 18, sendo que o referido redutor de arrasto compreende pelo menos cerca de 10 por cento em peso das referidas partículas.

22. Redutor de arrasto de látex de acordo com a reivindicação 18, sendo que as referidas partículas têm um peso molecular de média de  
30 peso de pelo menos cerca de  $1 \times 10^6$  g/mol.

23. Redutor de arrasto de látex de acordo com a reivindicação 18, sendo que as referidas partículas são formadas, pelo menos em parte,

por meio de polimerização em emulsão.

24. Redutor de arrasto de látex de acordo com a reivindicação 18, sendo que a relação de peso do referido inibidor de hidrato para água no referido redutor de arrasto está no âmbito de cerca de 1:5 a cerca de 5:1.

5                   25. Redutor de arrasto de látex de acordo com a reivindicação 18, sendo que o inibidor de hidrato é uma composição que, quando misturada com água destilada a uma relação de peso de 1:1, produz uma mistura de líquido inibido para hidrato, com uma temperatura de formação de hidrato de gás, a  $1,37 \times 10^7$  Pa (2.000 psia), que é pelo menos (20°F) mais baixa do  
10 que a temperatura de formação de hidrato de gás de água destilada, a  $1,37 \times 10^7$  Pa (2.000 psia).

26. Redutor de arrasto de látex de acordo com a reivindicação 18, sendo que o referido hidrato de gás compreende um álcool poliídrico e/ou um éter de um álcool poliídrico.

15                   27. Redutor de arrasto de látex de acordo com a reivindicação 18, sendo que o referido redutor de arrasto compreende pelo menos 20 por cento de água.

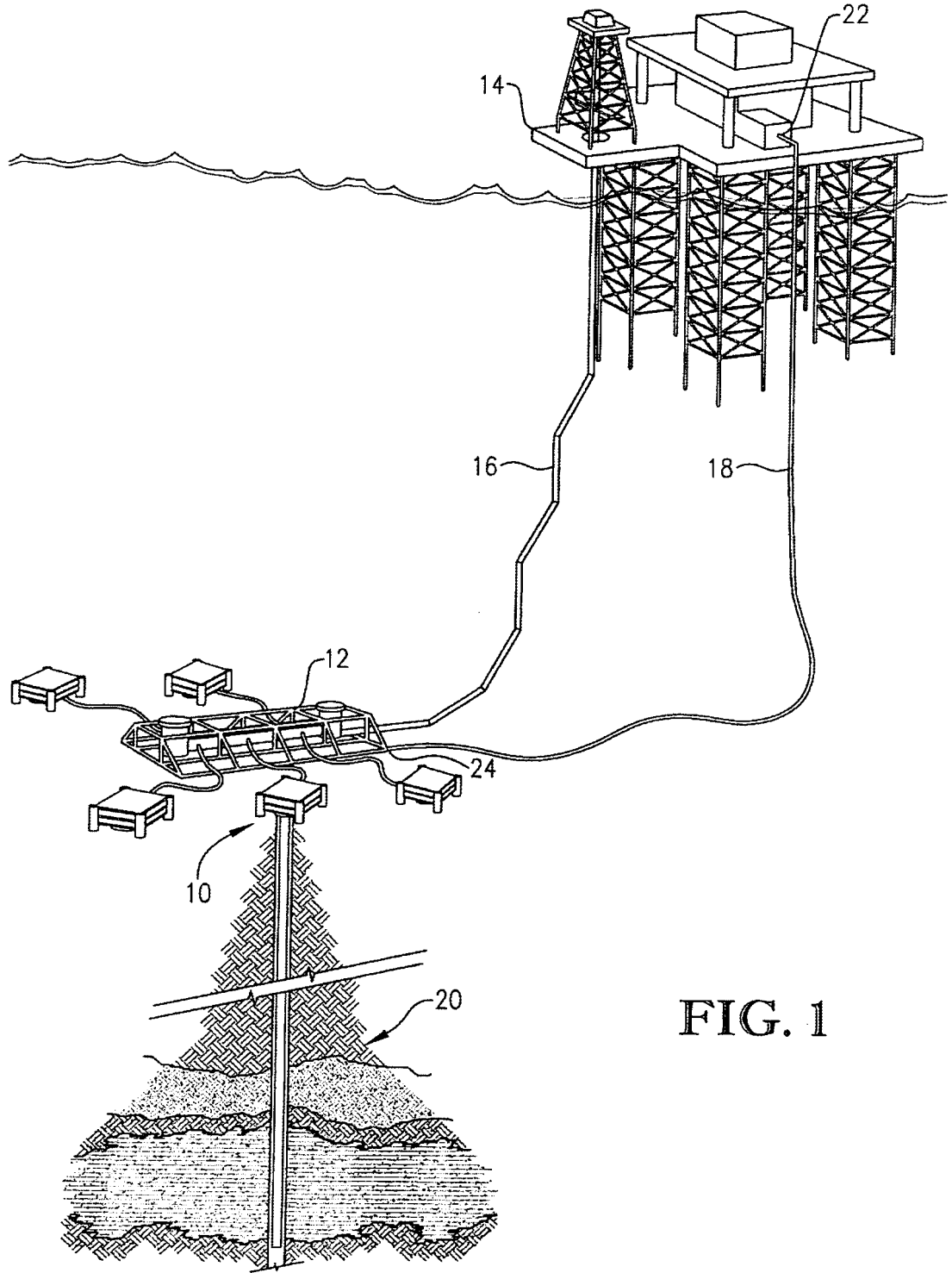


FIG. 1

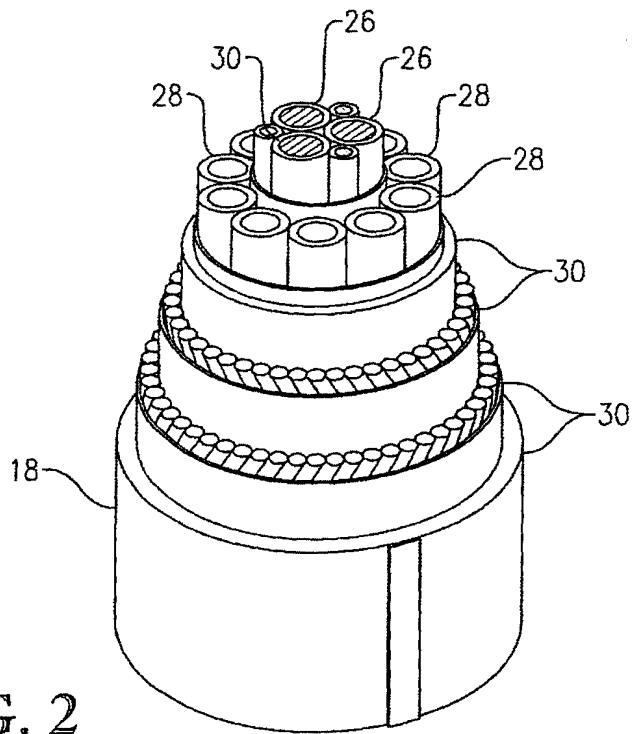


FIG. 2

3/4

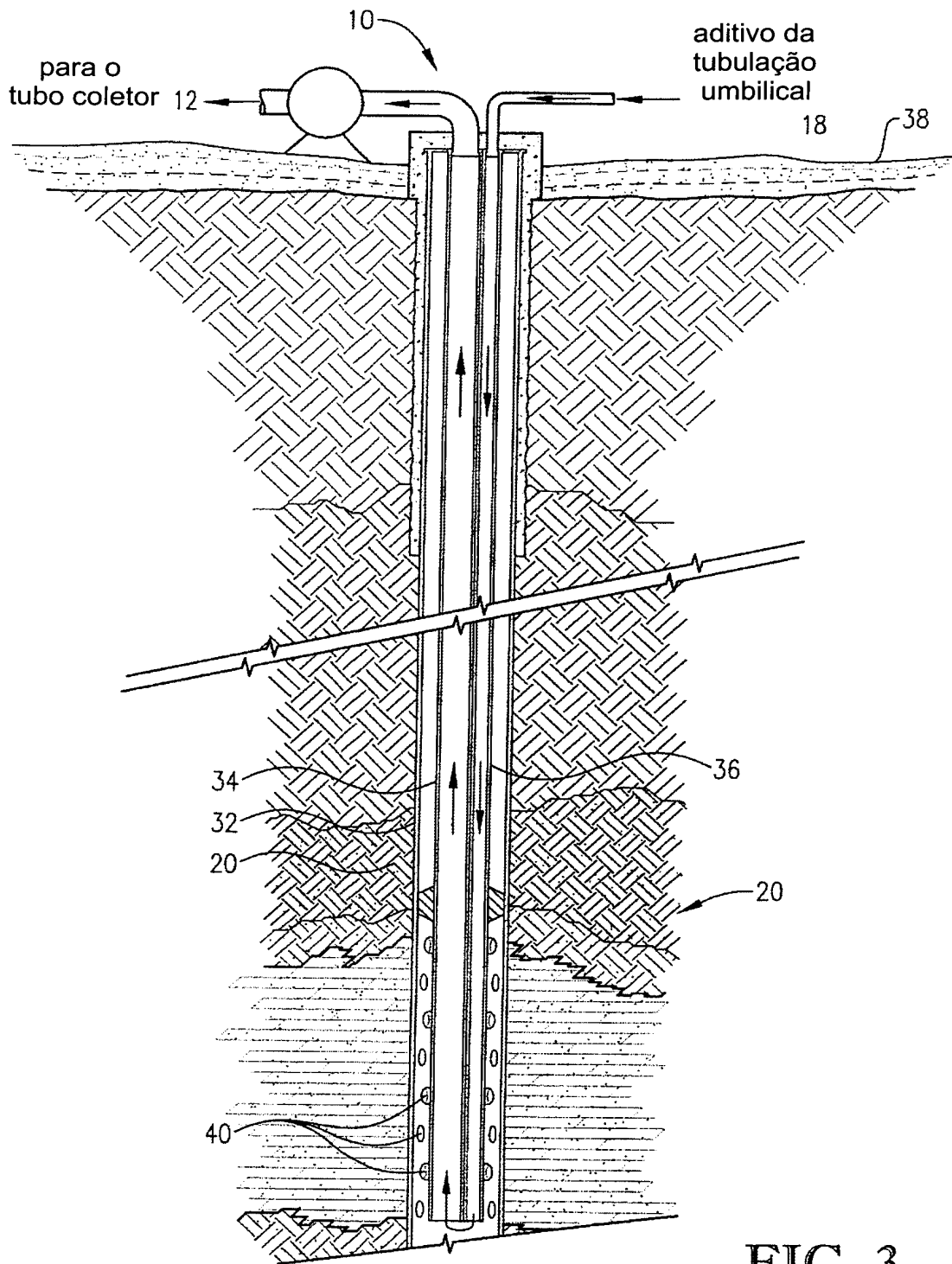


FIG. 3

TRAÇADO DA FORMAÇÃO DE HIDRATO DE GÁS  
Misturas de água e monoetileno glicol (MEG)

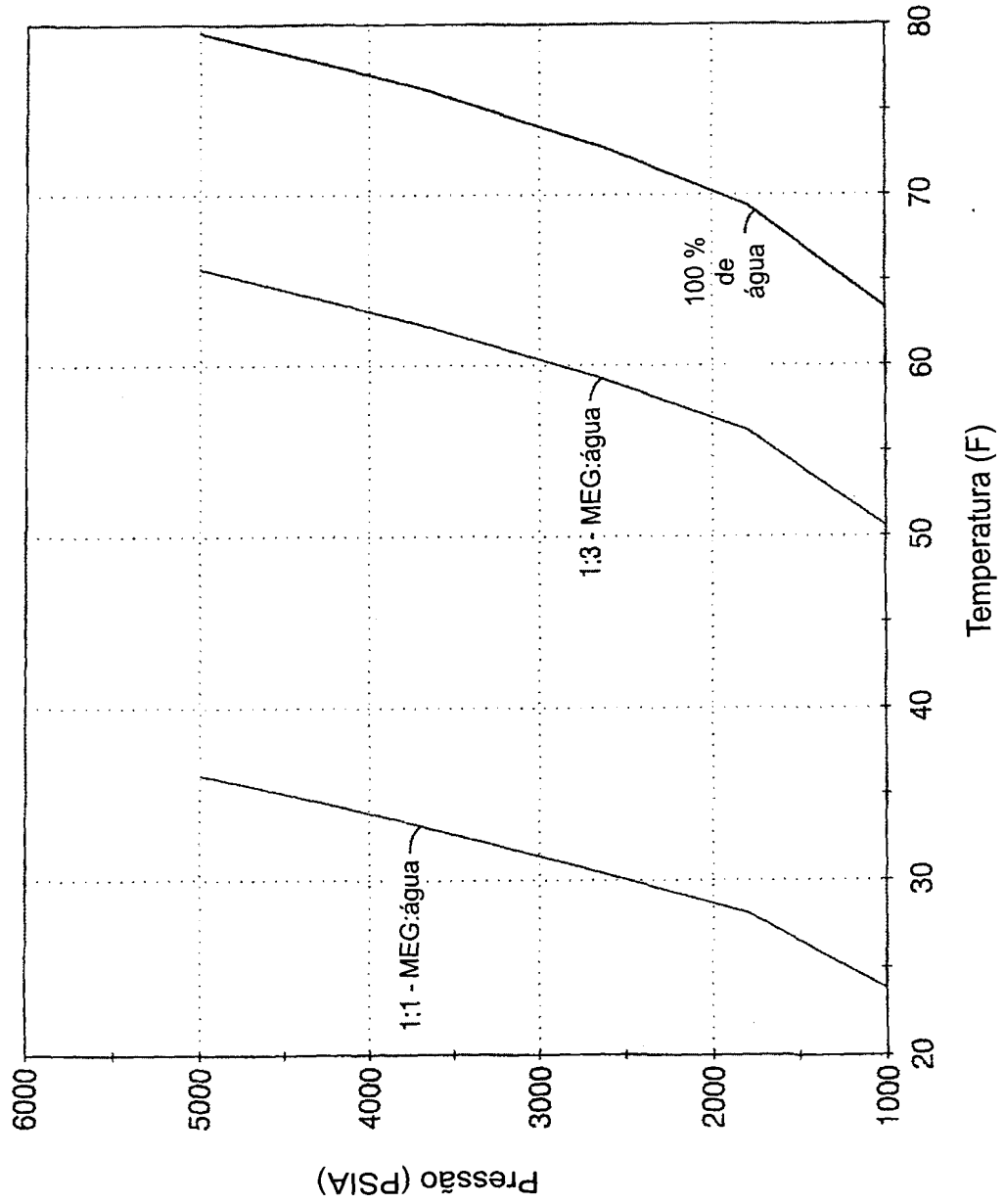


FIG. 4

## RESUMO

Patente de Invenção: **"APERFEIÇADOR DE CORRENTE DE LÁTEX POR INIBIÇÃO DE HIDRATO"**.

5 A presente invenção refere-se a um sistema para reduzir a queda de pressão associada à corrente de fluido turbulenta através de tubulações submarinas. Essa redução na queda de pressão é obtida transportando um redutor de arrasto inibido para hidrato através de uma tubulação longa com diâmetro pequeno, e, depois, injetando o redutor de arrasto em um fluido hospedeiro no local submarino, para obter um fluido tratado. O fluido tratado é depois extraído do local submarino por meio de uma tubulação de produção/transporte. A presença do redutor de arrasto no fluido tratado reduz a queda de pressão associada à corrente através da tubulação de produção/transporte.

10