



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

(21) **PI 0902483-2 A2**



(22) Data de Depósito: 03/06/2009
(43) Data da Publicação: 28/02/2012
(RPI 2147)

(51) *Int.Cl.:*
E21B 33/12

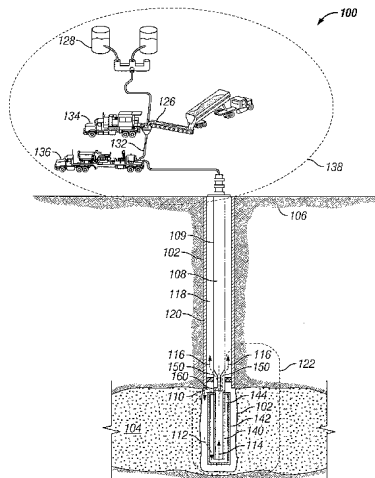
(54) **Título:** MÉTODO, SISTEMA, E MÉTODO

(30) **Prioridade Unionista:** 30/04/2009 US 12/433.506,
06/06/2008 US 61/059,652, 06/06/2008 US 61/059,652, 30/04/2009
US 12/433.506

(73) **Titular(es):** Prad Research And Development Limited

(72) **Inventor(es):** Balkrishna Gadiyar, Belgin Baser, Carlos Abad,
Mehmet Parlar, Sudhir Shenoy

(57) **Resumo:** MÉTODO, SISTEMA, E MÉTODO. Trata-se de um sistema que inclui um furo de poço que intersecta uma formação geológica subterrânea e uma via de percurso de fluxo de tratamento disposta no furo de poço incluindo uma via de percurso de fluido desde uma localização na superfície até a formação subterrânea e retornando para a localização na superfície. A via de percurso de fluxo de tratamento possui uma via de percurso de fluxo de fornecimento a montante da formação subterrânea e uma via de percurso de fluxo pertinente na formação subterrânea e a jusante da mesma. O sistema inclui adicionalmente um dispositivo de tampão de cascalho incluindo uma primeira abertura de acesso de transferência que realiza acoplamento fluido entre a via de percurso de fluxo de fornecimento e a via de percurso de fluxo pertinente, uma tela, um tubo de lavagem, e uma segunda abertura de acesso de transferência que realiza um acoplamento fluido entre o tubo de lavagem e uma parte de retorno da via de percurso de fluxo pertinente. O sistema inclui adicionalmente um agente redutor de atrito que é eficaz em pelo menos uma parte da via de percurso de fluxo pertinente, porém não constitui um redutor de atrito em solução no fluido de tratamento na localização na superfície.



MÉTODO, SISTEMA, E MÉTODO

ANTECEDENTES

O campo técnico da presente invenção refere-se na generalidade a operações de tampão de cascalho em poços subterrâneos, e refere-se mais particularmente, porém não exclusivamente, a operações de tampão de cascalho com utilização de um processo de onda alfa-beta. As operações de tampão de cascalho são freqüentemente realizadas com fluidos projetados para deixarem um mínimo de danos no tampão de cascalho após o trabalho ter sido completado, e dessa forma possuem quantidades mínimas ou ausência total de adição de agentes de viscosidade. Os fluidos sem agentes de viscosidade não possuem uma capacidade significativa de transporte de partículas, e o cascalho dessa forma é assentado com muita rapidez. Em resposta ao rápido assentamento, é desejável realizar operações de tampão de cascalho com taxas de bombeamento elevadas para minimização das conseqüências negativas de assentamento de partículas. Adicionalmente, é geralmente desejável manter a pressão na face da formação durante o tratamento abaixo do valor de pressão de fraturamento. Os fluidos de tampão de cascalho são submetidos a pressões de atrito nas aberturas de acesso de transferência, entre a formação e a tela, entre a tela e o tubo de lavagem, e no interior do tubo de lavagem. Estas áreas podem constituir restrições significativas, e as quedas de pressão devidas a atrito nestas áreas são experimentadas na forma de aumentos de pressão na face da

formação. Adicionalmente, um fluido sem agentes de viscosidade tal como uma salmoura pode ser submetido de forma geral a um maior atrito que os fluidos com agentes de viscosidade tensoativos ou fluidos lineares com baixas cargas de agentes de viscosidade poliméricos. Os redutores de atrito adicionados a um fluido na superfície podem sofrer degradação devido a cisalhamento e outras condições às quais são expostos durante um tratamento. Estas limitações podem impor limites ao intervalo máximo a ser tratado em um único tratamento, podem limitar as taxas de bombeamento disponíveis, e podem contribuir para um fraturamento inadvertido da formação. Desta forma, são desejáveis desenvolvimentos tecnológicos adicionais nesta área técnica.

15

SUMÁRIO

Uma configuração consiste em um método inédito para aperfeiçoar a redução de atrito em operações de tampão de cascalho. Outras configurações incluem sistemas e aparelhos inéditos para aperfeiçoamento de redução de atrito em operações de tampão de cascalho. Outras configurações, formas, objetos, características, vantagens, aspectos, e benefícios irão tornar-se aparentes na descrição que se encontra a seguir e nos desenhos.

20

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

25

A Fig. 1 é um diagrama esquemático de um sistema para aperfeiçoamento de redução de atrito em operações de tampão de cascalho.

A Fig. 2A é um diagrama esquemático de uma superfície com um padrão formado na mesma.

A Fig. 2B é uma representação de uma parte detalhada do diagrama esquemático da superfície com um
5 padrão formado na mesma.

A Fig. 3 é um diagrama esquemático de um dispositivo de controle de cisalhamento em interior de poço.

A Fig. 4 é um diagrama esquemático de um
10 dispositivo de fornecimento de redutor de atrito de interior de poço.

A Fig. 5 é um diagrama de fluxo esquemático de um procedimento para aperfeiçoamento de redução de atrito em uma operação de tampão de cascalho.

15 A Fig. 6 é um diagrama de fluxo esquemático de um procedimento alternativo para aperfeiçoamento de redução de atrito em uma operação de tampão de cascalho.

A Fig. 7 é um diagrama de fluxo esquemático de um outro procedimento alternativo adicional para
20 aperfeiçoamento de redução de atrito em uma operação de tampão de cascalho.

A Fig. 8 é um diagrama de blocos esquemático de um sistema para aperfeiçoamento de redução de atrito em operações de tampão de cascalho.

25 A Fig. 9 é um diagrama de fluxo esquemático de um outro procedimento alternativo adicional para aperfeiçoamento de redução de atrito em uma operação de

tampão de cascalho.

A Fig. 10 é um diagrama de fluxo esquemático de um outro procedimento alternativo adicional para aperfeiçoamento de redução de atrito em uma operação de
5 tampão de cascalho.

DESCRIÇÃO DAS CONFIGURAÇÕES ILUSTRATIVAS

Para propósitos de promoção de uma compreensão dos princípios da invenção, será agora feita referência às configurações ilustradas nos desenhos e será utilizada uma
10 linguagem específica para descrição das mesmas. Será entretanto entendido que não é dessa forma pretendida nenhuma limitação do escopo da invenção, e que quaisquer alterações e modificações adicionais nas configurações ilustradas, e quaisquer aplicações adicionais dos
15 princípios da invenção conforme aqui ilustrados e conforme ocorreriam normalmente a uma pessoa versada na técnica à qual a invenção pertence são aqui contempladas. Adicionalmente, a composição aqui utilizada/divulgada pode igualmente compreender alguns componentes diversos daqueles
20 citados. No sumário e na presente descrição detalhada, cada valor numérico deverá ser lido uma vez como modificado pela expressão "cerca de" (salvo se já tiver sido expressamente modificado dessa forma), e subseqüentemente deverá ser lido como não tendo sido modificado, salvo indicação em
25 contrário no contexto. Além disso, no sumário e na presente descrição detalhada, deverá ser entendido que uma faixa de concentração listada ou descrita como sendo útil, adequada

ou similar, implica a intenção de que toda e qualquer concentração compreendida na faixa, incluindo os pontos extremos da mesma, deverá ser considerada como tendo sido enunciada. Por exemplo, "uma faixa de 1 até 10" deverá ser lida como indicando todo e qualquer número possível na faixa contínua entre cerca de 1 e cerca de 10. Desta forma, mesmo se pontos de dados específicos dentro da faixa, ou até mesmo nenhum ponto de dados dentro da faixa, forem explicitamente identificados ou fizerem referência somente a um ponto específico, deverá ser entendido que os inventores consideram e entendem que todo e qualquer ponto de dados compreendido na faixa deverá ser considerado como tendo sido especificado, e que os inventores tinham conhecimento da faixa inteira e de todos os pontos compreendidos na faixa.

A Fig. 1 é um diagrama esquemático de um sistema 100 para aperfeiçoamento de redução de atrito em operações de tampão de cascalho. O sistema 100 inclui um furo de poço 102 que intersecta uma formação subterrânea 104, uma via de percurso de fluxo de tratamento encontrando-se disposta no furo de poço 102. O furo de poço 102 é ilustrado como um furo de poço vertical, porém o furo de poço 102 poderá ser direcional e/ou horizontal. O furo de poço 102 é ilustrado na forma de uma completação do tipo de furo aberto através da formação subterrânea 104, muito embora possa consistir em uma completação revestida em que é utilizado um tampão de cascalho, por exemplo para manter túneis de perfuração

abertos em uma formação 104 não consolidada. A formação sobrejacente ("overburden") 106 é ilustrada como uma formação não utilizada, porém pode incluir qualquer número de formações e pode incluir zonas de produção, etc. O 5 tampão de cascalho é ilustrado na forma de uma única zona produtiva 104 para ênfase das características do presente pedido de patente.

O sistema 100 inclui um fluido de tratamento 132 criado a partir de um fluido de base 128, com cascalho 126 10 adicionado durante estágios apropriados do tratamento, e outros aditivos (não ilustrados) que podem ser adicionados por um misturador 134 ou através de outros métodos conhecidos. O fluido de base 128 inclui qualquer fluido conhecido na técnica, incluindo um fluido viscoso, uma 15 salmoura, e/ou uma salmoura pesada. A salmoura pode consistir em um fluido à base de água, incluindo qualquer um de entre NaCl, NaBr, CaCl₂, CaBr₂, formato de césio, formato de potássio, ZnBr₂, CsBr, e/ou KCl. O fluido de base 128 pode incluir um agente de viscosidade, e pode 20 consistir em um fluido à base de óleo. O fluido de tratamento 132 pode ter qualquer viscosidade e densidade, e em certas configurações tem uma viscosidade inferior a 20 cp (0,02 Pa-s) e uma densidade no interior do poço superior a 8,4 libras por galão (1,0 kg/L). Em uma configuração 25 adicional, o fluido de tratamento 132 tem uma viscosidade inferior a 0,2 cp ($2,0 \times 10^{-4}$ Pa-s) e uma densidade no interior do poço inferior a 16 libras por galão (1,9 kg/L).

O sistema 100 inclui uma bomba 136 que fornece o fluido de tratamento 132 para o furo de poço 102 com pressões e taxas de bombeamento selecionadas. Em uma configuração exemplar, o fluido de tratamento 132, em um estágio de um tratamento de tampão de cascalho, tem um fluxo de fluido 110 através de uma primeira abertura de acesso de transferência ("crossover port") 160 de um interior 108 de uma tubagem de tratamento para um espaço anular entre uma tela 142 e a face da formação. O fluido de tratamento tem um segundo fluxo de fluido 112 através da tela, depositando qualquer cascalho remanescente 126, e um terceiro fluxo de fluido 114 para o interior de um tubo de lavagem 140. O fluido de tratamento 132 tem um quarto fluxo de fluido 116 através de uma segunda abertura de acesso de transferência 150 para retornar para a localização 138 na superfície através de um espaço anular 118 entre uma tubagem de tratamento 109 e o revestimento 120. Outras configurações de tratamento são entendidas na técnica e são aqui contempladas.

A via de percurso de fluxo de tratamento inclui uma via de percurso de fluido desde uma localização 138 na superfície até a formação subterrânea 104 e um retorno para a localização 138 na superfície, em que a via de percurso de fluxo de tratamento inclui uma via de percurso de fluxo de fornecimento e uma via de percurso de fluxo pertinente 122. A via de percurso de fluxo de fornecimento inclui a via de percurso de fluxo de tratamento a montante da

formação subterrânea 104, e a via de percurso de fluxo pertinente inclui a via de percurso de fluxo de tratamento na formação subterrânea e a jusante da formação subterrânea 104. Em certas configurações, a via de percurso de fluxo de fornecimento inclui qualquer porção da via de percurso de fluxo de tratamento a montante da formação subterrânea 104, e a via de percurso de fluxo pertinente 122 inclui qualquer porção da via de percurso de fluxo de tratamento em que a pressão de atrito produzida na parte da via de percurso de fluxo aumenta a pressão na face da formação 104.

Por exemplo, a via de percurso de fluxo de fornecimento inclui um interior 108 da tubagem 109 de tratamento e uma primeira abertura de acesso de transferência 160. A tubagem 109 de tratamento pode consistir em qualquer tubagem de tratamento conhecida na técnica, incluindo uma tubagem de tratamento padrão de tipo formado por juntas e/ou uma tubagem em espiral. Em certas configurações, a via de percurso de fluxo pertinente 122 inclui um primeiro espaço anular entre uma tela 142 e a face da formação (isto é, o furo de poço 102), um segundo espaço anular 144 entre um tubo de lavagem 140 e a tela 142, um interior do tubo de lavagem 140, e/ou uma segunda abertura de acesso de transferência 150 que permite que o fluido de tratamento flua do tubo de lavagem 140 para um terceiro espaço anular 118 entre o revestimento 120 e uma tubagem 109 de tratamento. A via de percurso de fluxo pertinente 122 inclui adicionalmente o terceiro espaço

anular 118, em certas configurações.

O sistema 100 inclui adicionalmente um dispositivo de tampão de cascalho incluindo uma primeira abertura de acesso de transferência 160, uma tela 142, um tubo de lavagem 140, e uma segunda abertura de acesso de transferência 150. A primeira abertura de acesso de transferência 160 realiza o acoplamento fluido da via de percurso de fluxo de fornecimento à via de percurso de fluxo pertinente e a segunda abertura de acesso de transferência realiza o acoplamento fluido do tubo de lavagem 140 com uma parte de retorno da via de percurso de fluxo pertinente (isto é, o terceiro espaço anular 118).

O sistema 100 inclui adicionalmente um agente de redução de atrito que é eficaz em pelo menos uma parte da via de percurso de fluxo pertinente, em que o agente redutor de atrito não é eficaz na localização 138 na superfície. Em certas configurações adicionais, o agente redutor de atrito não é eficaz em pelo menos uma parte da via de percurso de fluxo de fornecimento, e é eficaz em pelo menos uma parte da via de percurso de fluxo pertinente 122.

O agente redutor de atrito é descrito como sendo eficaz em pelo menos uma parte da via de percurso de fluxo pertinente 122 e não sendo eficaz em pelo menos uma parte da via de percurso de fluxo de fornecimento e/ou na localização 138 na superfície. O sistema 100, em certas configurações, inclui um redutor de atrito adicional ou

redutores de atrito adicionais que pode(m) ser eficaz(es) em qualquer uma ou todas as localizações do sistema 100. Por exemplo, e sem limitações, o fluido de tratamento inclui um redutor de atrito tal como um agente tensoativo
5 adicionado no misturador 134, com um agente redutor de atrito adicional que é eficaz em pelo menos uma parte da via de percurso de fluxo pertinente 122 e não é eficaz em pelo menos uma parte da via de percurso de fluxo de fornecimento.

10 Fazendo referência à Fig. 2A, em certas configurações, o agente redutor de atrito inclui um padrão de superfície em pelo menos uma superfície na via de percurso de fluxo pertinente. A ilustração da Fig. 2A ilustra um padrão de superfície em um interior do tubo de
15 lavagem 140. Em certas configurações, o padrão de superfície inclui um micro-padrão e/ou um nano-padrão que reduz o atrito de fluxo através do tubo de lavagem 140. Um micro-padrão inclui qualquer padrão possuindo características que seriam descritas como um micro-padrão
20 na técnica, incluindo adicionalmente um padrão com características menores que 10^{-3} metros, características com dimensões de entre cerca de 10^{-4} e 10^{-7} metros, e/ou características com dimensões de cerca de 10^{-6} metros. Um nano-padrão inclui qualquer padrão possuindo
25 características que seriam descritas como constituindo um nano-padrão na técnica, incluindo adicionalmente um padrão possuindo características menores que 10^{-6} metros,

características com dimensões de entre cerca de 10^{-7} e 10^{-10} metros, e/ou características com dimensões de cerca de 10^{-9} metros.

Fazendo referência à Fig. 2B, o dimensionamento das
5 características podem incluir o dimensionamento de uma
distância entre características 204, e/ou uma dimensão das
características 202 incluindo uma dimensão característica
da característica (largura, comprimento, diâmetro, etc.) ou
uma área da característica. Adicionalmente, o tamanho das
10 características 202 pode consistir em uma descrição
estatística de uma característica média. Em certas
configurações, um micro-padrão e/ou nano-padrão inclui
qualquer superfície padronizada de uma forma passível de
reduzir o atrito de fluxo nas viscosidades e taxas de fluxo
15 do fluido na área de padronização da superfície. As
características 202 são ilustradas na forma de
protuberâncias mas podem alternativamente ou adicionalmente
incluir partes revolvidas ("divots"), pequenas depressões,
superfícies arranhadas e/ou superfícies ásperas. Muito
20 embora seja ilustrado na Fig. 2A o interior do tubo de
lavagem 140, o sistema 100 pode incluir uma formação de
padrão em qualquer superfície na via de percurso de fluxo
pertinente, incluindo sem limitações uma superfície da tela
142, uma superfície externa do tubo de lavagem 140, uma
25 parte externa da tubagem 109, e/ou um interior do
revestimento 120.

Em certas configurações, o agente redutor de atrito

inclui um redutor de atrito incorporado dentro de partículas individuais de uma quantidade de partículas incluídas em um fluido de tratamento 132. As partículas que possuem o redutor de atrito podem ser incorporadas no cascalho 126 adicionado ao fluido de tratamento, ou podem ser adicionadas em um misturador 134 durante o tratamento. O redutor de atrito incorporado pode consistir em um redutor de atrito encapsulado, um redutor de atrito adsorvido, um redutor de atrito absorvido, e/ou um redutor de atrito incorporado na forma de um precursor químico. O redutor de atrito incorporado é introduzido em solução no fluido de tratamento 132 em resposta a condições experimentadas pelo fluido de tratamento 132 durante uma operação de tratamento. Em uma configuração exemplar, o sistema 100 inclui uma condição de ativação de interior de poço incluindo uma temperatura de interior de poço, um valor de pH de interior de poço, uma quantidade de cisalhamento de fluido de tratamento, um tempo de residência de fluido de tratamento, e/ou uma pressão de tratamento, em que o redutor de atrito incorporado é incorporado em solução no fluido de tratamento 132 em resposta à condição de ativação no interior do poço. Por exemplo, um redutor de atrito encapsulado pode ser projetado para liberar o redutor de atrito em função de temperatura, pressão, cisalhamento, abrasão, e/ou erosão no interior do furo de poço 102 em uma posição na qual o redutor de atrito seja eficaz em pelo menos uma parte da

via de percurso de fluxo pertinente 122.

Em uma configuração exemplar, o redutor de atrito é incorporado dentro de partículas individuais na forma de um precursor de produto químico redutor de atrito, e o sistema

5 100 inclui adicionalmente uma condição de ativação no interior do poço que é suficiente para converter pelo menos uma parte do precursor de redutor de atrito químico em uma quantidade de redutor de atrito em solução no fluido de tratamento. O precursor químico de redutor de atrito pode

10 ser convertido no redutor de atrito por hidrólise, dissolução, e/ou por uma reação de redução-oxidação ("redox"). A conversão do precursor químico de redutor de atrito pode ser retardada mediante configuração do precursor para reagir de acordo com a temperatura estimada

15 do fluido de tratamento 132, de acordo com o desenvolvimento do valor de pH no fluido de tratamento 132, ou através de qualquer reação planejada de acordo com outras condições conhecidas ou estimadas durante o tratamento. O uso do precursor químico de redutor de atrito

20 indica que quando o precursor é reagido, o redutor de atrito é liberado para o interior do fluido de tratamento 132. O redutor de atrito liberado pode constituir uma parte da partícula com o precursor, e/ou pode consistir no precursor reagido ou em partes não reagidas do precursor.

25 O mecanismo de liberação do redutor de atrito poderá consistir em qualquer mecanismo conhecido na técnica, incluindo sem limitações o precursor químico de

reductor de atrito na forma de um revestimento sobre uma partícula incluindo o reductor de atrito, em que a degradação do revestimento libera o reductor de atrito, e o precursor químico de reductor de atrito na forma de um aglutinante para a partícula, em que a degradação do aglutinante desagrega a partícula incluindo o reductor de atrito formando partículas menores, dessa forma liberando o reductor de atrito e/ou aumentando significativamente a exposição da área superficial do reductor de atrito ao fluido de tratamento 132. Os mecanismos descritos são ilustrativos e não limitativos.

Em uma outra configuração exemplar, o sistema 100 inclui o reductor de atrito na forma de um revestimento sobre qualquer superfície da via de percurso de fluxo pertinente 122. O reductor de atrito na forma de um revestimento inclui revestimentos que criam uma superfície de baixo coeficiente de atrito, e/ou revestimentos que se dissolvem no fluido de tratamento 132 dando origem a um fluido de tratamento 132 que apresenta um coeficiente de atrito mais baixo como fluido. Por exemplo, um revestimento de politetrafluoroetileno (ou outro material com função similar) pode ser incluído em uma ou mais superfícies da via de percurso de fluxo pertinente 122. Em certas configurações, um agente tensoativo ou outro material reductor de atrito poderá ser incluído em uma ou mais superfícies da via de percurso de fluxo pertinente 122 de tal forma que o material reductor de atrito se dissolva ao

longo do tempo para o interior do fluido de tratamento 132.

A Fig. 3 é um diagrama esquemático de um dispositivo de controle de cisalhamento de interior de poço. O dispositivo inclui uma bobina 302 que tem uma parte da via de percurso de fluxo de fornecimento disposta no interior da bobina 302. Em uma configuração exemplar, o fluido de tratamento 132 inclui uma quantidade de partículas magnéticas, e durante a operação de tampão de cascalho uma corrente elétrica variável na bobina 302 expõe uma parte da via de percurso de fluxo de fornecimento a um campo magnético, induzindo um aumento temporário de viscosidade no fluido de tratamento 132. O aumento de viscosidade pode ser utilizado, por exemplo, para aumentar o cisalhamento na tubagem 109 e/ou através da primeira abertura de acesso de transferência 160, dessa forma disparando ou auxiliando uma liberação de um redutor de atrito encapsulado. Em configurações alternativas, o sistema 100 inclui um dispositivo destinado a expor pelo menos uma parte da via de percurso de fluxo de fornecimento a um campo elétrico, magnético, e/ou eletromagnético, e o fluido de tratamento 132 inclui uma quantidade de partículas magnéticas. A bobina 302 pode ser controlável a partir da localização 138 na superfície, permitindo um controle da viscosidade do fluido de tratamento 132 no interior do poço a partir da localização 138 na superfície e/ou a partir de uma localização remota em comunicação com a localização 138 na superfície.

A Fig. 4 é um diagrama esquemático de um dispositivo de fornecimento de redutor de atrito para interior de poço. O redutor de atrito é incluído em um recipiente 402 de interior de poço, e é introduzido no fluido de tratamento 132 durante a realização do tratamento do tampão de cascalho. O recipiente 402 de interior de poço é estruturado para liberar o redutor de atrito durante o tratamento, e poderá liberar o redutor de atrito mediante utilização de qualquer método, incluindo sem limitações a dissolução do redutor de atrito no fluido de tratamento, a abertura em uma condição de interior de poço experimentada durante o tratamento tal como uma pressão de interior de poço, e/ou uma abertura controlável em resposta a um sinal de controle. O sinal de controle poderá ser qualquer sinal conhecido na técnica, incluindo um sinal eletrônico direto, um sinal de onda de pressão previamente determinado, e um sinal mecânico transmitido através da tubagem 109 ou de outro dispositivo.

O redutor de atrito incluído no recipiente 402 de interior de poço inclui qualquer redutor de atrito conhecido na técnica, incluindo um agente tensoativo, um polímero, uma quantidade de moléculas orgânicas de baixo peso molecular reunidas, e uma quantidade de fibras. O recipiente 402 de interior de poço é ilustrado em uma posição imediatamente antes da primeira abertura de acesso de transferência 160, porém o recipiente 402 de interior de poço poderá encontrar-se em qualquer localização de tal

forma que o redutor de atrito liberado seja eficaz no fluido de tratamento 132 através de pelo menos uma parte da via de percurso de fluxo pertinente 122.

Fazendo referência à Fig. 8, encontra-se ilustrado na mesma um diagrama de blocos esquemático de um sistema 800 para aperfeiçoamento de redução de atrito em operações de tampão de cascalho. O sistema 800 inclui uma localização 138 na superfície e uma via de percurso de fluxo de fornecimento 804 compreendendo uma via de percurso de fluxo desde a localização 138 na superfície até um dispositivo de tampão de cascalho 806. O dispositivo de tampão de cascalho 806 inclui uma primeira abertura de acesso de transferência 160 compreendendo uma conexão de fluido entre a via de percurso de fluxo de fornecimento 804 e uma via de percurso de fluxo pertinente 122. O dispositivo de tampão de cascalho 806 inclui adicionalmente uma segunda abertura de acesso de transferência 150 que proporciona uma conexão fluida entre o dispositivo de tampão de cascalho 806 e uma base de retorno 118 da via de percurso de fluxo pertinente 122. O dispositivo de tampão de cascalho 806 inclui adicionalmente uma tela 142 e um tubo de lavagem 140, não ilustrados na Fig. 8.

O sistema 800 inclui adicionalmente um agente redutor de atrito 802 não eficaz na localização 138 na superfície. O agente redutor de atrito não eficaz 802 pode não ser eficaz na superfície devido ao fato de o redutor de atrito se encontrar presente no fluido de tratamento 132

porém não se encontrar em solução (por exemplo, incorporado no interior de partículas) ou não ser eficaz devido ao fato de o redutor de atrito não se encontrar ainda presente no fluido de tratamento 132 na localização 138 na superfície.

5 O sistema 800 inclui adicionalmente um agente redutor de atrito eficaz 808 em pelo menos uma parte da via de percurso de fluxo pertinente 122. O agente redutor de atrito eficaz 808 pode ser eficaz em pelo menos uma parte da via de percurso de fluxo pertinente 122 devido ao fato de o redutor de atrito se encontrar presente somente na via de percurso de fluxo pertinente 122, devido ao fato de o redutor de atrito ser liberado para o interior do fluido de tratamento 132 em uma determinada localização no interior do poço, e/ou devido ao fato de o redutor de atrito ser liberado da quantidade de partículas para solução no fluido de tratamento 132 durante o decurso do tratamento de tampão de cascalho.

Os diagramas esquemáticos de fluxo das Figs. 5-7 e 9-10, e as descrições associadas que se encontram a seguir proporcionam configurações ilustrativas de procedimentos de realização para aperfeiçoamento de redução de atrito em operações de tampão de cascalho. As operações ilustradas devem ser entendidas como sendo meramente exemplares, e certas operações podem ser combinadas ou divididas, ou podem ser adicionadas ou removidas, bem como reordenadas no todo ou em parte, salvo indicação explícita em contrário aqui declarada.

A Fig. 5 é um diagrama de fluxo esquemático de um procedimento 500 para aperfeiçoamento de redução de atrito em uma operação de tampão de cascalho. O procedimento 500 inclui uma operação 502 para provisão de um fluido de tratamento incluindo uma quantidade de materiais em partículas, uma operação 504 para provisão de uma via de percurso de fluxo pertinente, e uma operação 506 para provisão de uma via de percurso de fluxo de fornecimento. O procedimento 500 inclui adicionalmente uma operação 508 para seleção de um método de redução de atrito. Em configurações alternativas podem ser selecionados dois ou mais métodos de redução de atrito. Um primeiro método de redução de atrito inclui uma operação 510 para encapsular um redutor de atrito na quantidade de partículas, e uma operação 512 para liberar o redutor de atrito encapsulado em resposta a uma condição de tratamento experimentada pelo fluido de tratamento durante uma operação 520 para realização de um tratamento de tampão de cascalho utilizando o fluido de tratamento.

Um segundo método de redução de atrito inclui uma operação 514 para revestir pelo menos uma parte da via de percurso de fluxo pertinente com um material redutor de atrito. Um terceiro método de redução de atrito inclui uma operação 516 para revestir pelo menos uma parte da via de percurso de fluxo pertinente com um redutor de atrito do tipo de dissolução que forma uma solução no fluido de tratamento ao longo de um período de tempo durante a

operação 520 para realização do tratamento de tampão de cascalho com utilização do fluido de tratamento. Um quarto método de redução de atrito inclui uma operação 518 para provisão em pelo menos uma parte da via de percurso de
5 fluxo pertinente de um padrão de superfície que reduz o atrito do fluxo de fluido em passagem pela superfície. O procedimento 500 é concluído com a operação 520 para realização do tratamento de tampão de cascalho com utilização do fluido de tratamento.

10 As partes de via de percurso de fluxo de fornecimento incluem uma tubagem de tratamento, uma tubagem em espiral, e/ou uma primeira abertura de acesso de transferência que realiza o acoplamento fluido entre uma parte de montante da via de percurso de fluxo de
15 fornecimento e a via de percurso de fluxo pertinente. As partes da via de percurso de fluxo pertinente incluem um primeiro espaço anular entre uma tela e a face da formação, um segundo espaço anular entre a tela e a superfície externa de um tubo de lavagem, uma superfície interna do
20 tubo de lavagem, e uma segunda abertura de acesso de transferência que realiza o acoplamento fluido entre o tubo de lavagem e uma parte de retorno da via de percurso de fluxo pertinente. Uma parte da via de percurso de fluxo pertinente pode incluir adicionalmente um terceiro espaço
25 anular entre a tubagem de tratamento e um revestimento de poço.

A provisão do agente redutor de atrito inclui uma

ou mais operações selecionadas de entre a liberação de um redutor de atrito incluído na quantidade de materiais em partículas para formação de solução no fluido de tratamento, a provisão de um padrão de superfície e/ou de um revestimento redutor de atrito sobre uma superfície da via de percurso de fluxo pertinente incluindo uma superfície de tela, uma superfície externa de tubo de lavagem, uma superfície interna de tubo de lavagem, uma superfície interna de revestimento de poço, uma superfície externa de tubagem de tratamento, e/ou uma superfície externa de tubagem em espiral. O método inclui adicionalmente a provisão de um redutor de atrito do tipo de dissolução na forma de um revestimento sobre a tela e/ou o tubo de lavagem.

A provisão de uma característica de redução de atrito inclui a provisão de um redutor de atrito encapsulado no fluido de tratamento, em que o redutor de atrito encapsulado libera o redutor de atrito encapsulado em resposta a uma temperatura de interior de poço durante o tratamento de tampão de cascalho, uma quantidade de cisalhamento experimentada pelo fluido de tratamento durante o tratamento de tampão de cascalho, uma pressão de interior de poço durante o tratamento de tampão de cascalho, e/ou um valor de pH do fluido de tratamento durante o tratamento de tampão de cascalho.

Em certas configurações, o método inclui a provisão do agente redutor de atrito mediante provisão de um redutor

de atrito contido no interior de partículas individuais da quantidade de partículas e liberação do redutor de atrito das partículas individuais quando o fluido de tratamento se encontra no interior do poço. O método inclui
5 adicionalmente a liberação do redutor de atrito através de uma operação de liberação selecionada de entre uma erosão das partículas individuais, uma ativação de uma reação química das partículas individuais por meio de temperatura, e/ou mediante a realização de uma dissolução, hidrólise, ou
10 reação de redução-oxidação ("redox") de pelo menos uma parte das partículas individuais.

A Fig. 6 é um diagrama de fluxo esquemático de um procedimento alternativo 600 para aperfeiçoamento de redução de atrito em uma operação de tampão de cascalho. O
15 procedimento 600 inclui uma operação 502 para provisão de um fluido de tratamento incluindo uma quantidade de materiais em partículas, e uma operação 602 para inclusão de uma quantidade de partículas magnéticas constituindo pelo menos uma parte da quantidade de partículas. O
20 procedimento 600 inclui adicionalmente uma operação 504 para provisão de uma via de percurso de fluxo pertinente, e uma operação 506 para provisão de uma via de percurso de fluxo de fornecimento. O procedimento 600 inclui adicionalmente uma operação 604 para exposição de pelo
25 menos uma parte da via de percurso de fluxo de fornecimento para um campo elétrico, magnético, ou eletromagnético. O procedimento 500 é concluído com a operação 520 para

realização do tratamento de tampão de cascalho com utilização do fluido de tratamento.

A Fig. 7 é um diagrama de fluxo esquemático de um outro procedimento alternativo adicional 700 para aperfeiçoamento de redução de atrito em uma operação de tampão de cascalho. O procedimento 700 inclui uma operação 502 para provisão de um fluido de tratamento incluindo uma quantidade de materiais em partículas, uma operação 504 para provisão de uma via de percurso de fluxo pertinente, e uma operação 506 para provisão de uma via de percurso de fluxo de fornecimento. O procedimento 700 inclui adicionalmente uma operação 702 para provisão de um recipiente de interior de poço contendo no mesmo um redutor de atrito, e uma operação 704 para liberação do redutor de atrito contido no recipiente de interior de poço para o fluido de tratamento durante um tratamento de tampão de cascalho realizado com utilização do fluido de tratamento.

A Fig. 9 é um diagrama de fluxo esquemático de um outro procedimento alternativo adicional 900 para aperfeiçoamento de redução de atrito em uma operação de tampão de cascalho. O procedimento 900 inclui uma operação 902 para provisão de um dispositivo de tampão de cascalho e uma operação 904 para preparação de uma superfície de baixo coeficiente de atrito do dispositivo de tampão de cascalho. A operação 904 para preparação da superfície de baixo coeficiente de atrito inclui a provisão de um padrão de superfície sobre a superfície do dispositivo de tampão de

cascalho, e/ou a provisão de um revestimento de baixo coeficiente de atrito sobre a superfície do dispositivo de tampão de cascalho. O procedimento 900 inclui adicionalmente uma operação 906 para posicionamento do dispositivo de tampão de cascalho em uma posição no interior de um furo de poço que intersecta uma formação subterrânea de interesse, e uma operação 908 para realização de um tratamento de tampão de cascalho do tipo de onda alfa-beta no furo de poço através de pelo menos uma parte da formação subterrânea de interesse. Em certas configurações, a superfície de baixo coeficiente de atrito do dispositivo de tampão de cascalho inclui uma superfície da tela, uma superfície interna do tubo de lavagem, e/ou uma superfície externa do tubo de lavagem.

A Fig. 10 é um diagrama de fluxo esquemático de um outro procedimento alternativo adicional 1000 para aperfeiçoamento de redução de atrito em uma operação de tampão de cascalho. O procedimento 1000 inclui uma operação 1002 para interpretação de um cronograma de tratamento incluindo um cronograma de bombeamento para um tratamento de tampão de cascalho do tipo de onda alfa-beta e uma operação 1004 para determinação de uma condição de tratamento em resposta ao cronograma de tratamento, por exemplo uma temperatura e/ou pressão de interior de poço. O procedimento 1000 inclui adicionalmente uma operação 1006 para provisão de uma via de percurso de fluxo de tratamento incluindo uma via de percurso de fluxo de fornecimento e

uma via de percurso de fluxo pertinente, e uma operação 1008 para posicionamento de um dispositivo de tampão de cascalho em um furo de poço em uma formação subterrânea de interesse. O procedimento 1000 inclui adicionalmente uma
5 operação 1010 para determinação de um agente redutor de atrito que seja eficaz na via de percurso de fluxo pertinente mas não seja eficaz em uma localização na superfície, em que a determinação é realizada de acordo com a condição do tratamento. O procedimento 1000 inclui
10 adicionalmente uma operação 1012 para provisão de um fluido de tratamento incluindo uma quantidade de partículas e o agente redutor de atrito, e uma operação 1014 para realização de um tratamento de tampão de cascalho utilizando o fluido de tratamento em resposta ao cronograma
15 de tratamento.

Como é evidente com base nas figuras e no texto apresentado acima, são contempladas uma variedade de configurações de acordo com a presente invenção.

Uma configuração exemplar consiste em um método que
20 inclui a provisão de um fluido de tratamento compreendendo uma quantidade de materiais em partículas, provisão de uma via de percurso de fluxo pertinente, provisão de uma via de percurso de fluxo de fornecimento compreendendo um conduto de fluido que liga uma localização na superfície à via de
25 percurso de fluxo pertinente, em que a via de percurso de fluxo de fornecimento é disposta em um furo de poço, provisão de um agente redutor de atrito eficaz em pelo

menos uma parte da via de percurso de fluxo pertinente, e realização de um tratamento de tampão de cascalho com utilização do fluido de tratamento. A pressão de atrito de fluido na via de percurso de fluxo pertinente é pelo menos

5 parcialmente transferida para uma face da formação em um furo de poço. O agente redutor de atrito não é eficaz em pelo menos uma parte da via de percurso de fluxo de fornecimento, por exemplo em uma localização na superfície.

Partes da via de percurso de fluxo de fornecimento

10 incluem uma tubagem de tratamento, uma tubagem em espiral, e/ou uma primeira abertura de acesso de transferência proporcionando acoplamento fluido entre uma parte de montante da via de percurso de fluxo de fornecimento e a via de percurso de fluxo pertinente. As partes da via de

15 percurso de fluxo pertinente incluem um primeiro espaço anular entre uma tela e a face da formação, um segundo espaço anular entre a tela e a superfície externa de um tubo de lavagem, uma superfície interna do tubo de lavagem, e uma segunda abertura de acesso de transferência que

20 proporciona acoplamento fluido entre o tubo de lavagem e uma parte de retorno da via de percurso de fluxo pertinente. Uma parte da via de percurso de fluxo pertinente pode incluir adicionalmente um terceiro espaço anular entre a tubagem de tratamento e um revestimento de

25 poço.

A provisão do agente redutor de atrito inclui uma ou mais operações selecionadas de entre a liberação de um

reductor de atrito incluído na quantidade de materiais em partículas para formação de solução no fluido de tratamento, a provisão de um padrão de superfície e/ou de um revestimento reductor de atrito sobre uma superfície da

5 via de percurso de fluxo pertinente incluindo uma superfície de tela, uma superfície externa de tubo de lavagem, uma superfície interna de tubo de lavagem, uma superfície interna de revestimento de poço, uma superfície externa de tubagem de tratamento, e/ou uma superfície

10 externa de tubagem em espiral. O método inclui adicionalmente a provisão de um reductor de atrito do tipo de dissolução na forma de um revestimento sobre a tela e/ou o tubo de lavagem.

A provisão de uma característica de redução de

15 atrito inclui a provisão de um reductor de atrito encapsulado no fluido de tratamento, em que o reductor de atrito encapsulado libera o reductor de atrito encapsulado em resposta a uma temperatura de interior de poço durante o tratamento de tampão de cascalho, uma quantidade de

20 cisalhamento experimentada pelo fluido de tratamento durante o tratamento de tampão de cascalho, uma pressão de interior de poço durante o tratamento de tampão de cascalho, e/ou um valor de pH do fluido de tratamento durante o tratamento de tampão de cascalho. Em uma

25 configuração adicional, o método inclui a provisão de uma quantidade de partículas magnéticas constituindo pelo menos uma parte da quantidade de partículas, e exposição de pelo

menos uma parte da via de percurso de fluxo de fornecimento a um campo elétrico, magnético, ou eletromagnético. Em certas configurações, o método inclui a liberação de um redutor de atrito incluído em um recipiente de interior de poço para o interior do fluido de tratamento durante a realização de um tratamento de tampão de cascalho.

Em certas configurações, o método inclui a provisão do agente redutor de atrito mediante provisão de um redutor de atrito contido no interior de partículas individuais da quantidade de partículas e liberação do redutor de atrito das partículas individuais quando o fluido de tratamento se encontra no interior do poço. O método inclui adicionalmente a liberação do redutor de atrito através de uma operação de liberação selecionada de entre uma erosão das partículas individuais, uma ativação de uma reação química das partículas individuais por meio de temperatura, e/ou mediante a realização de uma dissolução, hidrólise, ou reação de redução-oxidação ("redox") de pelo menos uma parte das partículas individuais.

Uma outra configuração exemplar consiste em um sistema que inclui um furo de poço que intersecta uma formação subterrânea, uma via de percurso de fluxo de tratamento disposta no furo de poço incluindo uma via de percurso de fluxo desde uma localização na superfície até a formação subterrânea e retornando para a localização na superfície, em que a via de percurso de fluxo de tratamento inclui uma via de percurso de fluxo de fornecimento e uma

via de percurso de fluxo pertinente. A via de percurso de fluxo de fornecimento inclui a via de percurso de fluxo de tratamento a montante da formação subterrânea, e a via de percurso de fluxo pertinente inclui a via de percurso de fluxo de tratamento na formação subterrânea e a jusante da formação subterrânea. O sistema inclui adicionalmente um dispositivo de tampão de cascalho incluindo uma primeira abertura de acesso de transferência, uma tela, um tubo de lavagem, e uma segunda abertura de acesso de transferência. A primeira abertura de acesso de transferência realiza o acoplamento fluido entre a via de percurso de fluxo de fornecimento e a via de percurso de fluxo pertinente, e a segunda abertura de acesso de transferência realiza o acoplamento fluido entre o tubo de lavagem e uma parte de retorno da via de percurso de fluxo pertinente. O sistema inclui adicionalmente um agente redutor de atrito que é eficaz em pelo menos uma parte da via de percurso de fluxo pertinente, em que o agente redutor de atrito não é eficaz na localização na superfície.

Em uma configuração adicional, o agente redutor de atrito inclui um padrão de superfície sobre pelo menos uma superfície na via de percurso de fluxo pertinente, incluindo sem limitações uma superfície da tela, uma superfície externa do tubo de lavagem, e/ou uma superfície interna do tubo de lavagem. O sistema exemplar inclui um fluido de tratamento possuindo uma quantidade de materiais em partículas, em que o agente redutor de atrito inclui um

reductor de atrito incorporado no interior de partículas individuais da quantidade de materiais em partículas. O reductor de atrito é incorporado nas partículas individuais na forma de um reductor de atrito encapsulado, um reductor de atrito absorvido, um reductor de atrito adsorvido, e/ou um precursor químico de reductor de atrito. Em uma configuração ainda adicional, o reductor de atrito é incorporado no interior de partículas individuais na forma de um precursor químico de reductor de atrito, e o sistema inclui adicionalmente uma condição de ativação no interior do poço que inclui uma temperatura de interior de poço e/ou um valor de pH de interior de poço, em que a condição de ativação no interior do poço é suficiente para converter pelo menos uma parte do precursor químico de reductor de atrito em uma quantidade de reductor de atrito em solução no fluido de tratamento. Em certas configurações, o sistema inclui adicionalmente a condição de ativação no interior do poço como uma quantidade de cisalhamento de fluido de tratamento, um tempo de residência de fluido de tratamento, e/ou uma pressão de tratamento; em que a condição de ativação no interior do poço é suficiente para converter o reductor de atrito incorporado em partículas individuais em uma quantidade de reductor de atrito em solução no fluido de tratamento.

Uma outra configuração exemplar adicional consiste em um método que inclui a provisão de um dispositivo de tampão de cascalho incluindo uma tela e um tubo de lavagem,

preparação de uma superfície de baixo coeficiente de atrito do tampão de cascalho, posicionamento do dispositivo de tampão de cascalho em uma posição em um furo de poço que intersecta uma formação subterrânea de interesse, e
5 realização de um tratamento de tampão de cascalho do tipo de onda alfa-beta no furo de poço através de pelo menos uma parte da formação subterrânea de interesse. A superfície de baixo coeficiente de atrito do dispositivo de tampão de cascalho inclui uma superfície da tela, uma superfície
10 interna do tubo de lavagem, e/ou uma superfície externa do tubo de lavagem. A preparação inclui a provisão de um padrão de superfície sobre a superfície do dispositivo de tampão de cascalho, e/ou a provisão de um revestimento de baixo coeficiente de atrito sobre a superfície do
15 dispositivo de tampão de cascalho. O padrão de superfície inclui micro-texturização e/ou nano-texturização. Em uma configuração adicional, o padrão de superfície inclui características dimensionadas em cerca de 10^{-6} metros, e em uma configuração alternativa, o padrão de superfície inclui
20 características dimensionadas em cerca de 10^{-9} metros.

Uma outra configuração exemplar consiste em um método para tratamento de tampão de cascalho de uma formação subterrânea de interesse intersectada por um furo de poço, em que o método inclui a interpretação de um
25 cronograma de tratamento incluindo um cronograma de bombeamento para um tratamento de tampão de cascalho do tipo de onda alfa-beta, determinação de uma condição de

tratamento em resposta ao cronograma de tratamento, provisão de uma via de percurso de fluxo de tratamento disposta no furo de poço incluindo uma via de percurso de fluido desde uma localização na superfície até a formação subterrânea e retornando para a localização na superfície, 5 posicionamento do dispositivo de tampão de cascalho em uma posição em um furo de poço que intersecta uma formação subterrânea de interesse, determinação de um agente redutor de atrito que seja eficaz em pelo menos uma parte da via de percurso de fluxo pertinente e que não seja eficaz na 10 localização na superfície em resposta à condição de tratamento, provisão de um fluido de tratamento incluindo uma quantidade de materiais em partículas e o agente redutor de atrito, e realização de um tratamento de tampão de cascalho com utilização do fluido de tratamento em 15 resposta ao cronograma de tratamento. A via de percurso de fluxo de tratamento inclui uma via de percurso de fluxo de fornecimento e uma via de percurso de fluxo pertinente, em que a via de percurso de fluxo de fornecimento inclui a via de percurso de fluxo de tratamento a montante da formação 20 subterrânea, e a via de percurso de fluxo pertinente inclui a via de percurso de fluxo de tratamento na formação subterrânea e a jusante da formação subterrânea. em uma configuração adicional, a condição de tratamento inclui uma 25 temperatura de interior de poço e uma pressão de interior de poço, e o agente redutor de atrito inclui um redutor de atrito encapsulado que libera redutor de atrito para

solução no fluido de tratamento em resposta a uma exposição do fluido de tratamento à condição de tratamento.

Muito embora a invenção tenha sido ilustrada e descrita detalhadamente nos desenhos e na descrição fornecida acima, a descrição deverá ser considerada ilustrativa e não tendo qualquer característica restritiva, devendo ser entendido que somente foram aqui ilustradas e descritas determinadas configurações exemplares e que se pretende que todas as alterações e modificações abrangidas no espírito da invenção sejam protegidas. Na leitura das reivindicações, é pretendido que quando forem utilizadas palavras tais como "um", "uma", "pelo menos um(a)", ou "pelo menos uma parte" não existe nenhuma intenção de limitar a reivindicação a somente um item salvo especificação em contrário constante na reivindicação. Quando é utilizada a forma de linguagem "pelo menos uma parte" e/ou "uma parte" o item pode incluir uma parte e/ou o item inteiro salvo declaração específica em contrário.

- REIVINDICAÇÕES -

1. MÉTODO, caracterizado por compreender:

provisão de um fluido de tratamento compreendendo uma quantidade de materiais em partículas;

5 provisão de uma via de percurso de fluxo pertinente, em que a pressão de atrito de fluido na via de percurso de fluxo pertinente é pelo menos parcialmente transferida para uma face de formação geológica em um furo de poço;

10 provisão de uma via de percurso de fluxo de fornecimento compreendendo um conduto de fluido que acopla uma localização na superfície à via de percurso de fluxo pertinente, em que a via de percurso de fluxo de fornecimento é disposta em um furo de poço;

15 provisão de um agente redutor de atrito eficaz em pelo menos uma parte da via de percurso de fluxo pertinente;

em que o agente redutor de atrito não é eficaz em pelo menos uma parte da via de percurso de fluxo de
20 fornecimento; e

realização de um tratamento de tampão de cascalho com utilização do fluido de tratamento.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a via de percurso de fluxo de
25 fornecimento compreender pelo menos uma parte de via de percurso de fluxo selecionada das partes de via de percurso de fluxo que consistem em uma tubagem de tratamento, uma

tubagem em espiral, e uma primeira abertura de acesso de transferência que realiza um acoplamento fluido entre uma parte de montante da via de percurso de fluxo de fornecimento e a via de percurso de fluxo pertinente.

5 3. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 e 2, caracterizado por a via de percurso de fluxo pertinente compreender pelo menos uma parte de via de percurso de fluxo selecionada das partes de via de percurso de fluxo que compreendem um primeiro espaço anular
10 entre uma tela e a face da formação, um segundo espaço anular entre a tela e a superfície externa de um tubo de lavagem, uma superfície interna do tubo de lavagem, e uma segunda abertura de acesso de transferência que realiza um acoplamento fluido entre um tubo de lavagem e uma parte de
15 retorno da via de percurso de fluxo pertinente.

 4. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado por a provisão de um agente redutor de atrito compreender pelo menos uma operação selecionada de entre as operações que consistem
20 em:

 liberação de um redutor de atrito incluindo na quantidade de materiais em partículas para formação de uma solução no fluido de tratamento;

 provisão de um padrão de superfície sobre pelo
25 menos uma superfície selecionada de entre as superfícies que consistem em uma superfície de tela, uma superfície externa de tubo de lavagem, uma superfície interna de tubo

de lavagem, uma superfície interna de revestimento de poço, uma superfície externa de tubagem de tratamento, e uma superfície externa de tubagem em espiral;

provisão de um revestimento redutor de atrito sobre
5 pelo menos uma superfície selecionada de entre as superfícies que consistem em uma superfície de tela, uma superfície externa de tubo de lavagem, uma superfície interna de tubo de lavagem, uma superfície interna de revestimento de poço, e uma superfície externa de tubagem
10 de tratamento;

inclusão de um redutor de atrito na forma de um revestimento sobre um de entre uma tela e um tubo de lavagem, em que o redutor de atrito se dissolve no fluido de tratamento;

15 inclusão de uma quantidade de partículas magnéticas compreendendo pelo menos uma parte da quantidade de partículas, e exposição de pelo menos uma parte da via de percurso de fluxo de fornecimento a um campo selecionado de entre um campo elétrico, um campo magnético, e um campo
20 eletromagnético; e

liberação de um redutor de atrito incluído em um recipiente de interior de poço para o interior do fluido de tratamento durante a realização de um tratamento de tampão de cascalho.

25 5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado por a provisão de um agente redutor de atrito compreender a liberação de um

reductor de atrito incluído em um recipiente de interior de poço para o interior do fluido de tratamento durante a realização de um tratamento de tampão de cascalho, em que o reductor de atrito compreende pelo menos um reductor de atrito selecionado de entre os redutores de atrito que consistem em um agente tensoativo, um polímero, uma quantidade de moléculas orgânicas de baixo peso molecular reunidas, e uma quantidade de fibras.

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado por a provisão de uma característica de redução de atrito compreender a provisão de um reductor de atrito encapsulado no fluido de tratamento, em que o reductor de atrito e encapsulado é estruturado para liberar o reductor de atrito encapsulado em resposta a pelo menos uma condição de tratamento selecionada de entre as condições de tratamento que compreendem uma temperatura de interior de poço durante o tratamento de tampão de cascalho, uma quantidade de cisalhamento experimentada pelo fluido de tratamento durante o tratamento de tampão de cascalho, uma pressão de interior de poço durante o tratamento de tampão de cascalho, um valor de pH do fluido de tratamento durante o tratamento de tampão de cascalho.

7. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado por o agente reductor de atrito não ter eficácia na localização na superfície.

8. Método, de acordo com a reivindicação 7,

caracterizado por a provisão do agente redutor de atrito compreender a provisão de um padrão de superfície em pelo menos uma superfície selecionada de entre as superfícies que consistem em uma superfície de tela, uma superfície externa de tubo de lavagem, e uma superfície interna de tubo de lavagem.

9. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado por a provisão de um agente redutor de atrito compreender:

10 provisão de um redutor de atrito contido no interior de partículas individuais da quantidade de partículas; e

15 liberação do redutor de atrito das partículas individuais quando o fluido de tratamento se encontra no interior do poço.

10. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado por a liberação do redutor de atrito compreender uma operação de liberação selecionada de entre as operações de liberação que consistem em: erosão das partículas individuais, ativação de uma reação química das partículas individuais por meio de temperatura, realização de dissolução de pelo menos uma parte das partículas individuais, realização de uma hidrólise de pelo menos uma parte das partículas individuais, realização de uma reação de redução-oxidação ("redox") de pelo menos uma parte das partículas.

11. SISTEMA, caracterizado por compreender:

um furo de poço que intersecta uma formação subterrânea;

uma via de percurso de fluxo de tratamento disposta no furo de poço compreendendo uma via de percurso de fluido desde uma localização na superfície até a formação subterrânea e retornando para a localização na superfície, em que a via de percurso de fluxo de tratamento compreende uma via de percurso de fluxo de fornecimento e uma via de percurso de fluxo pertinente;

10 a via de percurso de fluxo de fornecimento compreendendo a via de percurso de fluxo de tratamento a montante da formação subterrânea;

a via de percurso de fluxo pertinente compreendendo a via de percurso de fluxo de tratamento na formação subterrânea e a jusante da formação subterrânea;

um dispositivo de tampão de cascalho compreendendo uma primeira abertura de acesso de transferência que realiza um acoplamento fluido entre a via de percurso de fluxo de fornecimento e a via de percurso de fluxo pertinente, uma tela, um tubo de lavagem, e uma segunda abertura de acesso de transferência que realiza um acoplamento fluido entre o tubo de lavagem e uma parte de retorno da via de percurso de fluxo pertinente; e

um agente redutor de atrito que é eficaz em pelo menos uma parte da via de percurso de fluxo pertinente, em que o agente redutor de atrito não é eficaz na localização na superfície.

12. Sistema, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado por o agente redutor de atrito compreender um padrão de superfície sobre pelo menos uma superfície selecionada de entre as superfícies que consistem em uma superfície da tela, uma superfície externa do tubo de lavagem, e uma superfície interna do tubo de lavagem.

13. Sistema, de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 a 12, caracterizado por compreender adicionalmente um fluido de tratamento compreendendo uma quantidade de materiais em partículas, em que o agente redutor de atrito compreende um redutor de atrito incorporado no interior de partículas individuais da quantidade de materiais em partículas, em que o redutor de atrito é incorporado em uma configuração selecionada de entre as configurações que consistem em um redutor de atrito encapsulado, um redutor de atrito absorvido, um redutor de atrito adsorvido, e um precursor químico de redutor de atrito.

14. Sistema, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado por o redutor de atrito ser incorporado na configuração que consiste em um precursor químico de redutor de atrito, em que o sistema inclui adicionalmente uma condição de ativação no interior do poço compreendendo um de entre uma temperatura de interior de poço e um valor de pH de interior de poço; em que a condição de ativação no interior do poço é estruturada para converter pelo menos uma parte do precursor químico de redutor de atrito em uma

quantidade de redutor de atrito em solução no fluido de tratamento.

15. Sistema, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado por o sistema incluir adicionalmente uma
5 condição de ativação no interior do poço selecionada de entre as condições de ativação que consistem em uma quantidade de cisalhamento do fluido de tratamento, um tempo de residência do fluido de tratamento, e uma pressão de tratamento; em que a condição de ativação no interior do
10 poço é estruturada para converter o redutor de atrito incorporado em uma quantidade de redutor de atrito em solução no fluido de tratamento.

16. MÉTODO, caracterizado por compreender:

15 provisão de um dispositivo de tampão de cascalho compreendendo uma tela e um tubo de lavagem;

20 preparação de uma superfície de baixo coeficiente de atrito do tampão de cascalho, a superfície de baixo coeficiente de atrito do dispositivo de tampão de cascalho compreendendo pelo menos uma superfície selecionada de entre uma superfície da tela, uma superfície interna do tubo de lavagem, e uma superfície externa do tubo de lavagem;

25 posicionamento do dispositivo de tampão de cascalho em uma posição em um furo de poço que intersecta uma formação subterrânea de interesse; e

realização de um tratamento de tampão de cascalho do tipo de onda alfa-beta no furo de poço através de pelo

menos uma parte da formação subterrânea de interesse.

17. Método, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado por a preparação compreender pelo menos uma operação selecionada de entre as operações que consistem
5 em:

provisão de um padrão de superfície sobre a superfície do dispositivo de tampão de cascalho; e

provisão de um revestimento de baixo coeficiente de atrito sobre a superfície do dispositivo de tampão de
10 cascalho.

18. Método, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado por a preparação compreender a provisão de um padrão de superfície sobre a superfície do dispositivo de tampão de cascalho, em que o padrão possui características
15 com dimensões de cerca de 10^{-6} metros.

19. Método, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado por a preparação compreender a provisão de um padrão de superfície sobre a superfície do dispositivo de tampão de cascalho, em que o padrão possui características
20 com dimensões de cerca de 10^{-9} metros.

20. Método para tratamento de tampão de cascalho de uma formação subterrânea de interesse intersectada por um furo de poço, o método sendo caracterizado por compreender:

interpretação de um cronograma de tratamento
25 compreendendo um cronograma de bombeamento para um tratamento de tampão de cascalho do tipo de onda alfa-beta;

determinação de uma condição de tratamento em

resposta ao cronograma de tratamento;

provisão de uma via de percurso de fluxo de tratamento disposta no furo de poço compreendendo uma via de percurso de fluido desde uma localização na superfície até a formação subterrânea e retornando para a localização na superfície, a via de percurso de fluxo de tratamento compreendendo uma via de percurso de fluxo de fornecimento e uma via de percurso de fluxo pertinente, a via de percurso de fluxo de fornecimento compreendendo a via de percurso de fluxo de tratamento a montante da formação subterrânea, e a via de percurso de fluxo pertinente compreendendo a via de percurso de fluxo de tratamento na formação subterrânea e a jusante da formação subterrânea;

posicionamento do dispositivo de tampão de cascalho em uma posição em um furo de poço que intersecta uma formação subterrânea de interesse;

determinação de um agente redutor de atrito que seja eficaz em pelo menos uma parte da via de percurso de fluxo pertinente e que não seja eficaz na localização na superfície em resposta à condição de tratamento;

provisão de um fluido de tratamento compreendendo uma quantidade de materiais em partículas, em que o fluido de tratamento compreende adicionalmente o agente redutor de atrito; e

realização de um tratamento de tampão de cascalho utilizando o fluido de tratamento em resposta ao cronograma de tratamento.

21. Método, de acordo com a reivindicação 20, caracterizado por a condição do tratamento compreender uma condição de entre uma temperatura de interior de poço e uma pressão de interior de poço, e o agente redutor de atrito
5 compreender um redutor de atrito encapsulado estruturado para liberar redutor de atrito para formação de solução no fluido de tratamento em resposta à exposição do fluido de tratamento à condição de tratamento.

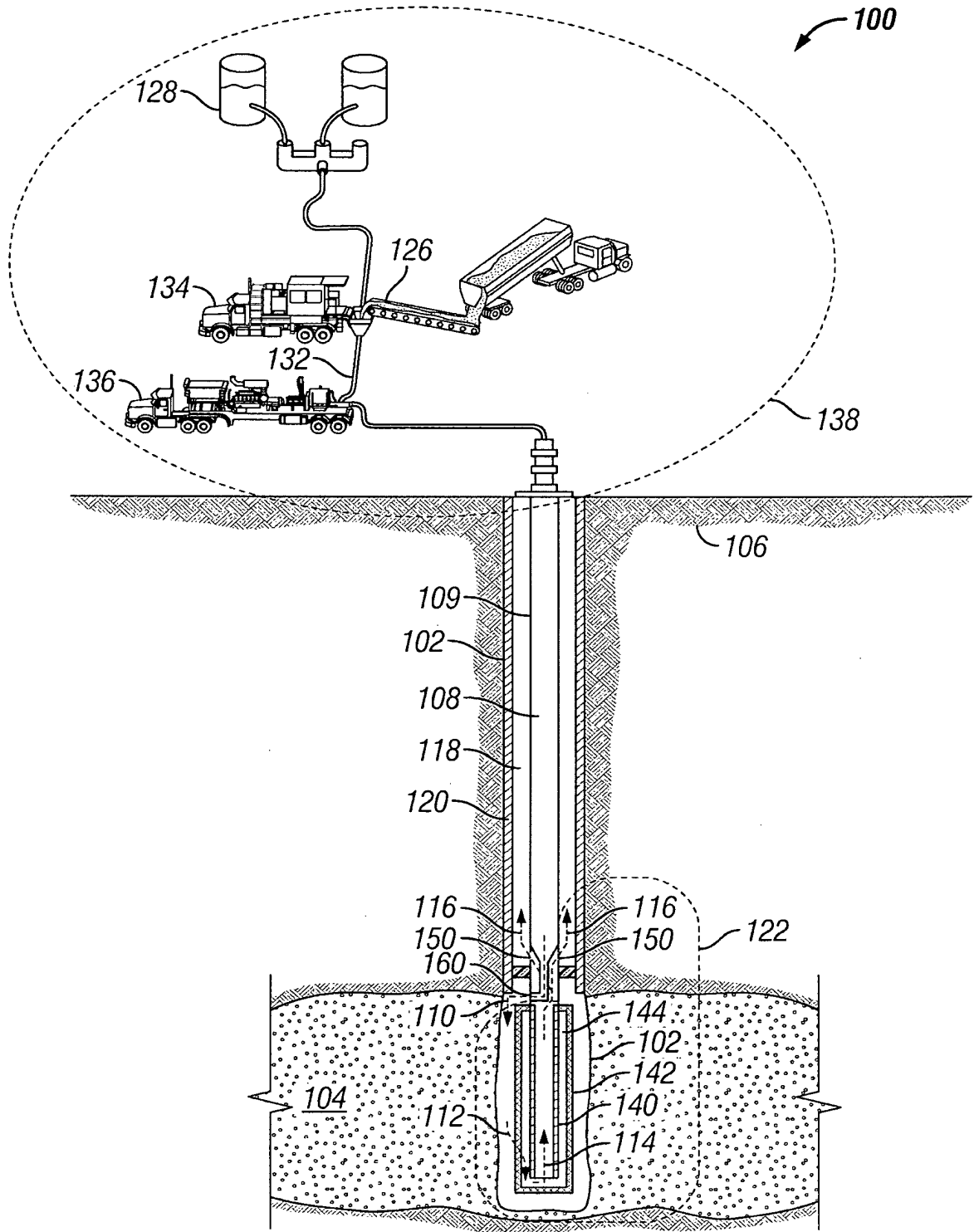


FIG. 1

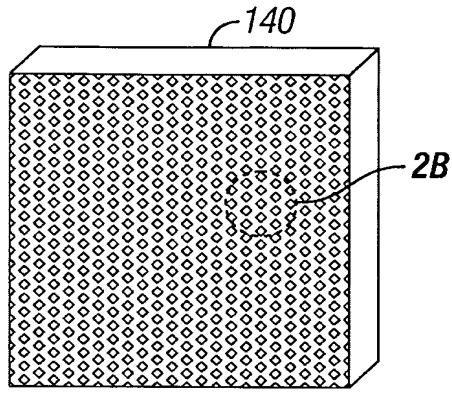


FIG. 2A

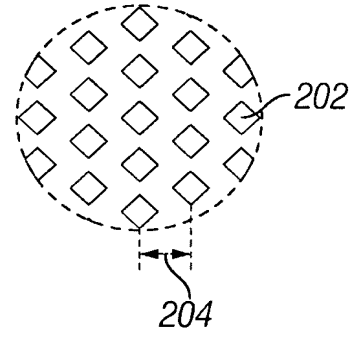


FIG. 2B

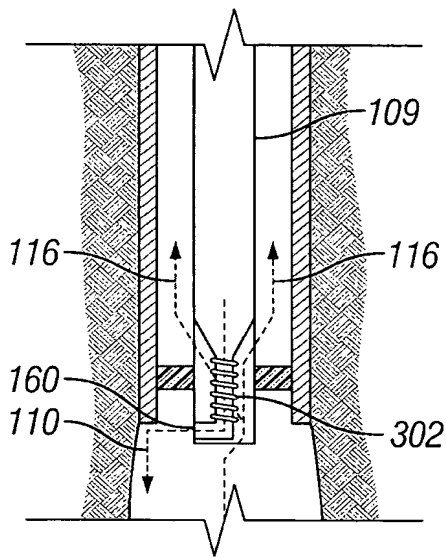


FIG. 3

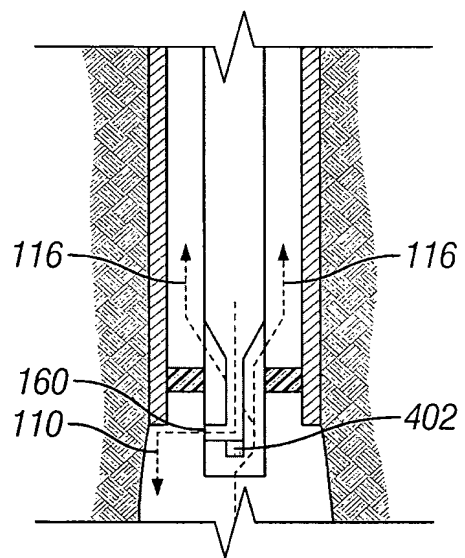


FIG. 4

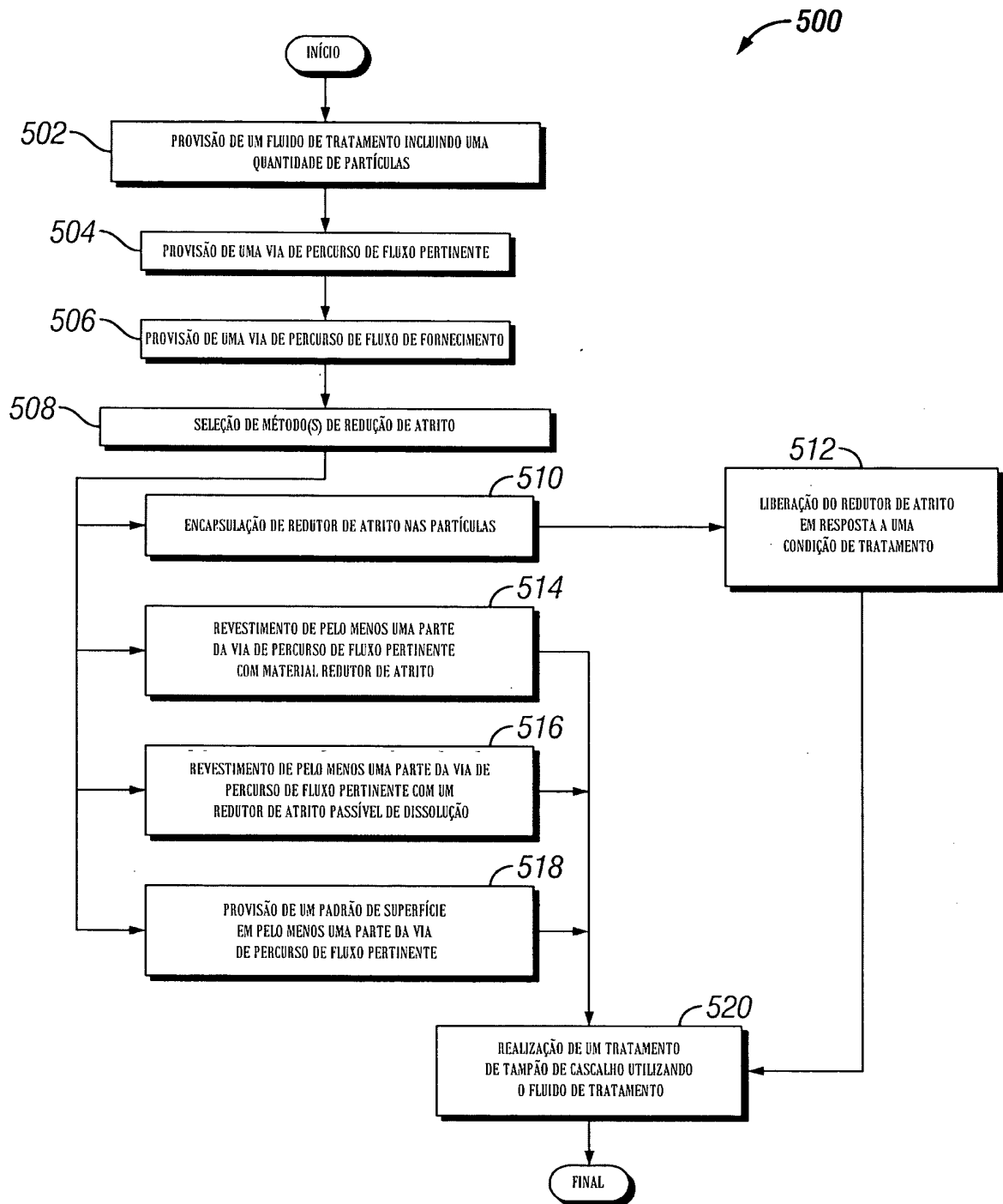


FIG. 5

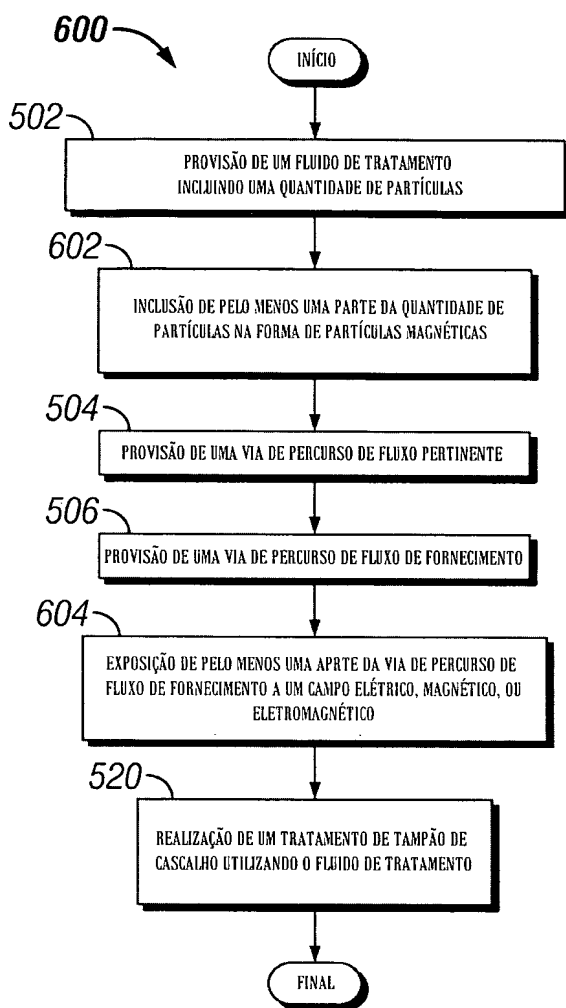


FIG. 6



FIG. 7

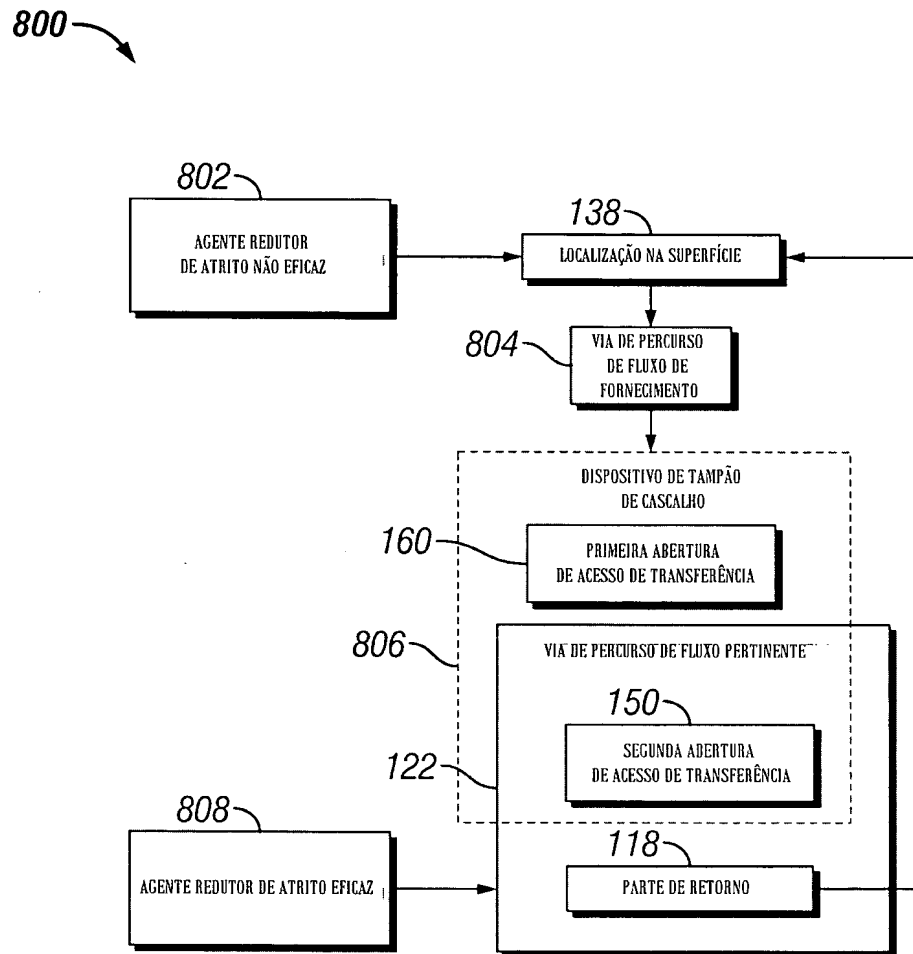


FIG. 8

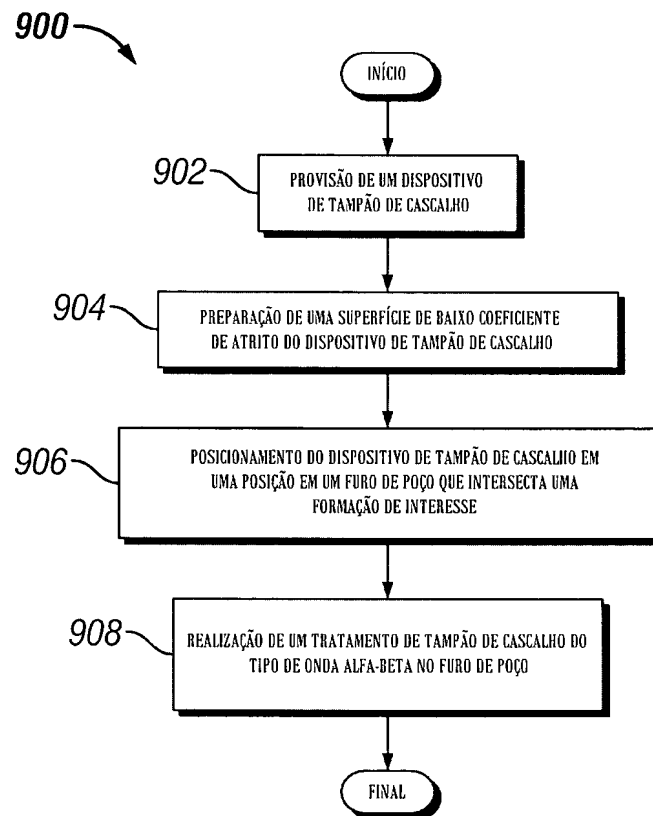


FIG. 9

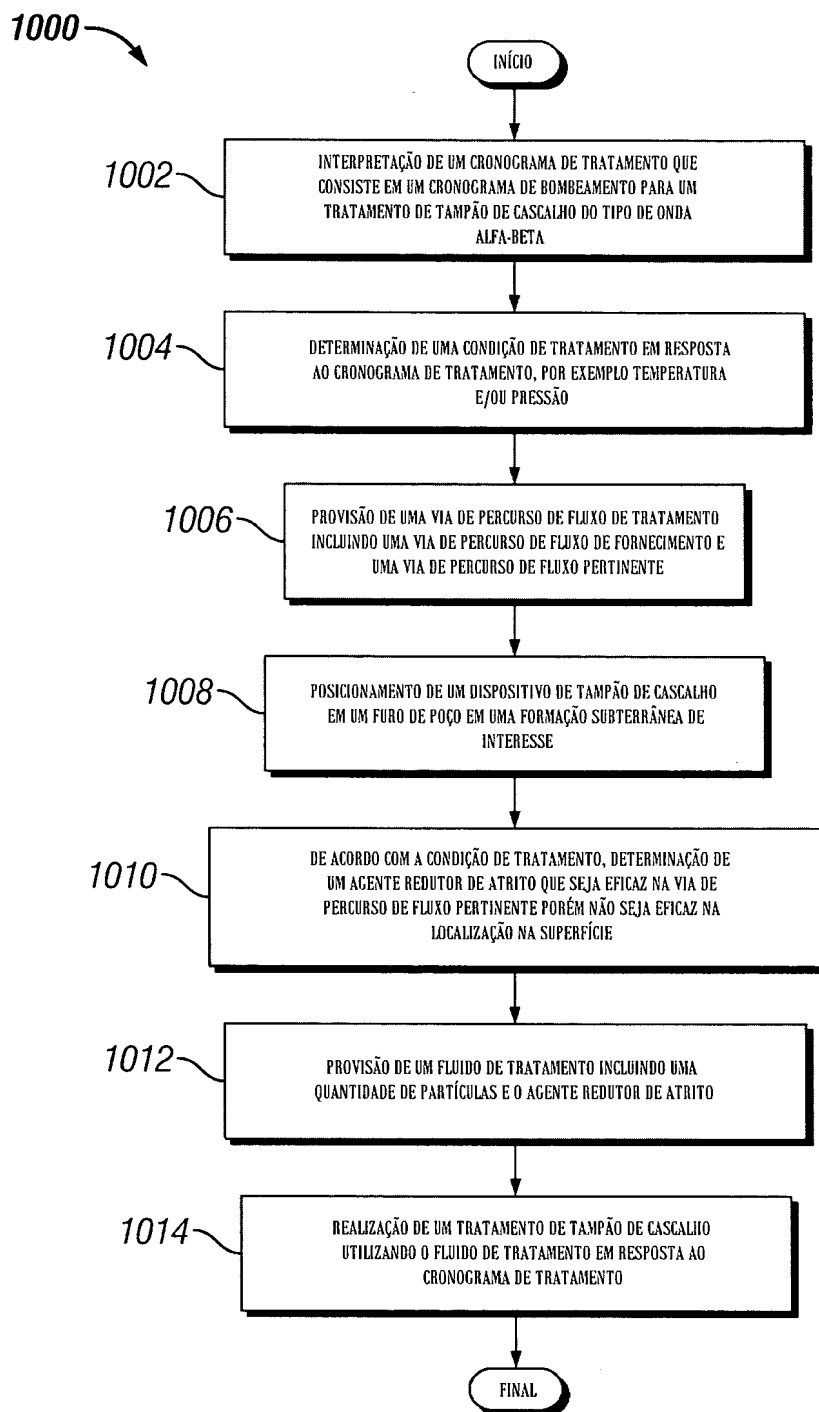


FIG. 10

- RESUMO -

MÉTODO, SISTEMA, E MÉTODO

Trata-se de um sistema que inclui um furo de poço que intersecta uma formação geológica subterrânea e uma via de percurso de fluxo de tratamento disposta no furo de poço
5 incluindo uma via de percurso de fluido desde uma localização na superfície até a formação subterrânea e retornando para a localização na superfície. A via de percurso de fluxo de tratamento possui uma via de percurso de fluxo de fornecimento a montante da formação subterrânea
10 e uma via de percurso de fluxo pertinente na formação subterrânea e a jusante da mesma. O sistema inclui adicionalmente um dispositivo de tampão de cascalho incluindo uma primeira abertura de acesso de transferência
15 que realiza acoplamento fluido entre a via de percurso de fluxo de fornecimento e a via de percurso de fluxo pertinente, uma tela, um tubo de lavagem, e uma segunda abertura de acesso de transferência que realiza um acoplamento fluido entre o tubo de lavagem e uma parte de
20 retorno da via de percurso de fluxo pertinente. O sistema inclui adicionalmente um agente redutor de atrito que é eficaz em pelo menos uma parte da via de percurso de fluxo pertinente, porém não constitui um redutor de atrito em solução no fluido de tratamento na localização na
25 superfície.