



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

(11) PI 0404453-3 B1

(22) Data do Depósito: 14/10/2004

(45) Data de Concessão: 28/06/2016



(54) Título: SISTEMA DE AMOSTRAGEM PARA REMOÇÃO DE CONTAMINAÇÃO DE UM FLUIDO DE FORMAÇÃO COLETADO POR UMA FERRAMENTA DE INTERIOR DE POÇO A PARTIR DE UMA FORMAÇÃO GEOLÓGICA SUBTERRÂNEA E MÉTODO PARA AMOSTRAGEM DE UM FLUIDO DE FORMAÇÃO DE UMA FORMAÇÃO GEOLÓGICA SUBTERRÂNEA ATRAVÉS DE UMA FERRAMENTA DE INTERIOR DE POÇO

(51) Int.Cl.: E21B 49/08

(52) CPC: E21B 49/081

(30) Prioridade Unionista: 15/10/2003 US 60/511.212, 30/07/2004 US 10/710.743

(73) Titular(es): SCHLUMBERGER SURENCO, S.A.

(72) Inventor(es): MATHEUS NOGUEIRA, JAMES J. DUNLAP, ALEJANDRO DURAN, EDWARD HARRIGAN, RICARDO VASQUES, NICOLAS ADUR, ANDREW J. CARNEGIE

SISTEMA DE AMOSTRAGEM PARA REMOÇÃO DE CONTAMINAÇÃO DE UM
FLUIDO DE FORMAÇÃO COLETADO POR UMA FERRAMENTA DE INTERIOR
DE POÇO A PARTIR DE UMA FORMAÇÃO GEOLÓGICA SUBTERRÂNEA E
MÉTODO PARA AMOSTRAGEM DE UM FLUIDO DE FORMAÇÃO DE UMA
5 FORMAÇÃO GEOLÓGICA SUBTERRÂNEA ATRAVÉS DE UMA FERRAMENTA DE
INTERIOR DE POÇO

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

Campo da Invenção.

A presente invenção refere-se na generalidade à
10 avaliação de uma formação penetrada por um furo de poço.
Mais particularmente, a presente invenção refere-se a
ferramentas de amostragem de interior de poço com
capacidade para coleta de amostras de fluido de uma
formação subterrânea.

15 Descrição da Técnica Associada

As empresas da área petrolífera reconhecem há muito
tempo que é desejável obter amostras de fluido da formação
no interior de um poço para propósitos de análise química e
física das mesmas, e essa amostragem tem sido realizada há
20 muitos anos pelo cessionário da presente invenção, a
empresa Schlumberger. As amostras de fluido da formação,
também conhecido como fluido de jazida, são tipicamente
colhidas tão cedo quanto possível durante o tempo de vida
útil da jazida para serem submetidas a análise na
25 superfície, e mais particularmente, em laboratórios
especializados. As informações proporcionadas por essas

análises são vitais para o planejamento e desenvolvimento de jazidas de hidrocarbonetos, bem como para avaliação de capacidade e rendimento de uma jazida.

O processo de amostragem de furo de poço envolve a descida de uma ferramenta de amostragem de interior de poço, tal como a ferramenta de teste de formação manobrada por cabo de perfuração MDT[™], pertencente à empresa Schlumberger e disponibilizada pela mesma, para o interior do furo de poço para coleta de uma amostra (ou de uma multiplicidade de amostras) do fluido da formação mediante o contato de um elemento de sondagem da ferramenta de amostragem com uma parede do furo de poço. A ferramenta de amostragem cria um diferencial de pressão através dessa área de contato para induzir um fluxo de fluido da formação para o interior de uma ou mais câmaras de amostragem no interior da ferramenta de amostragem. Este processo e outros processos semelhantes encontram-se descritos nas patentes norte-americanas n° 4.860.581 e n° 4.936.139 (ambas sob cessão à empresa Schlumberger); n° 5.303.775 e n° 5.377.755 (ambas sob cessão à empresa Western Atlas); e n° 5.934.374 (sob cessão à empresa Halliburton).

Podem ser encontrados vários desafios no processo de obtenção de amostras de fluido de formações subterrâneas. Fazendo novamente referência às indústrias relacionadas com petróleo e gás, por exemplo, o solo em torno do furo perfurado de onde se procura obter amostras de fluido contém tipicamente produtos contaminantes, tais

como filtrado da lama utilizada na perfuração do furo perfurado. Este material freqüentemente contamina o fluido limpo ou 'virgem' contido na formação subterrânea quando o mesmo é removido do solo, tendo como resultado um fluido

5 que é geralmente inaceitável para avaliação e/ou amostragem de fluidos de hidrocarbonetos. Quando o fluido é colhido para o interior da ferramenta de interior de poço, produtos contaminantes do processo de perfuração e/ou do furo de poço circundante ingressam por vezes na ferramenta

10 juntamente com o fluido da formação circundante.

Para realização de uma análise válida do fluido da formação, o fluido obtido como amostra deverá preferencialmente possuir uma pureza suficiente para representar adequadamente o fluido contido na formação

15 (isto é, fluido 'virgem'). Em outras palavras, o fluido contém preferencialmente uma quantidade mínima de contaminação para ser suficientemente ou aceitavelmente representativo de uma determinada formação para que a avaliação e/ou amostragem de hidrocarbonetos seja válida.

20 Devido ao fato de as amostras de fluido serem obtidas através do furo perfurado, do revestimento de "torta de lama", cimento e/ou outras camadas, é difícil evitar a contaminação da amostra de fluido quando o mesmo flui da formação para o interior de uma ferramenta de interior de

25 poço durante a operação de amostragem. Constitui portanto um desafio obter amostras de fluido limpo com pouca ou nenhuma contaminação.

Diversos métodos e dispositivos foram propostos para obtenção de fluidos subterrâneos para amostragem e avaliação. Por exemplo, nas patentes norte-americanas n° 6.230.557 concedida a Ciglenec e outros, n° 6.223.822 concedida a Jones, n° 4.416.152 concedida a Wilson, n° 3.611.799 concedida a Davis, e na Publicação Internacional de Pedido de Patente n° WO 96/30628, foram desenvolvidas determinadas sondas e técnicas associadas para aperfeiçoamento da amostragem. Outras técnicas foram desenvolvidas para separação de fluidos virgens durante a amostragem. Por exemplo, a patente norte-americana n° 6.301.959 concedida a Hrametz e outros revelam uma sonda de amostragem com duas linhas hidráulicas para recuperação de fluidos da formação de duas zonas no furo perfurado.

Os fluidos de furo perfurado são retirados para uma zona reservada separadamente de fluidos que são retirados para o interior de uma zona de sondagem. O pedido de patente norte-americano de número de Série 10/184833, que se encontra sob cessão ao cessionário da presente invenção, proporciona técnicas adicionais para obtenção de fluido limpo durante a retirada do fluido da formação para o interior da ferramenta de interior de poço. Apesar desses avanços na técnica de amostragem, continua existindo uma necessidade de desenvolvimento de técnicas para amostragem de fluidos que permitam uma otimização da qualidade das amostras.

Considerando a tecnologia existente para coleta de

fluidos subterrâneos para amostragem e avaliação, continua existindo uma necessidade de aparelhos e métodos que permitam a remoção de fluido contaminado e/ou a obtenção de fluido de formação aceitável. É portanto desejável a

5 provisão de técnicas para remoção de contaminação da ferramenta de interior de poço, permitindo dessa forma a captura de amostras de fluido mais limpas. É igualmente desejável obter um sistema que permita otimizar a

10 utilização de bombas e o nível de contaminação da amostra, simultaneamente reduzindo a probabilidade de encravamento da ferramenta. A presente invenção refere-se a um método e um aparelho que podem solucionar, ou pelo menos reduzir, alguns ou todos os problemas descritos acima.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

15 São providos um método e um aparelho para amostragem de fluidos de uma formação. Uma ferramenta de amostragem de interior de poço retira fluido de formação da formação subterrânea para o interior da ferramenta de interior de poço. O fluido é retirado para o interior da

20 ferramenta mediante utilização de uma bomba e é armazenado em uma câmara de amostragem. O fluido pode ser separado aguardando-se que ocorra a separação, agitando-se o fluido na câmara de amostragem, e/ou mediante adição de agentes desemulsificantes.

25 Sob pelo menos um aspecto, a invenção refere-se a uma ferramenta de amostragem de interior de poço para amostragem de um fluido de formação de uma formação

subterrânea. A ferramenta de interior de poço compreende uma sonda para retirar o fluido de formação da formação subterrânea para o interior da ferramenta de interior de poço, uma linha de fluxo principal estendendo-se a partir da sonda para passagem do fluido de formação da sonda para o interior da ferramenta de interior de poço, pelo menos uma câmara de amostragem ligada operacionalmente à linha de fluxo principal para coleta do fluido de formação no interior da mesma e uma linha de fluxo de saída ligada operacionalmente à câmara de amostragem para remoção seletiva de uma parte contaminada e/ou limpa do fluido de formação da câmara de amostragem, em que dessa forma é removida a contaminação do fluido de formação.

Sob um outro aspecto, a presente invenção refere-se a um método para amostragem de um fluido de formação de uma formação subterrânea através de uma ferramenta de interior de poço. O método prevê o posicionamento de uma ferramenta de interior de poço no interior de um furo de poço, o estabelecimento de comunicação fluida entre a ferramenta de interior de poço e a formação circundante, a retirada de fluido da formação para o interior da ferramenta de interior de poço, a coleta do fluido de formação no interior de pelo menos uma câmara de amostragem, e a retirada de uma de uma parte contaminada da formação, uma parte limpa do fluido de formação, e combinações das mesmas, da câmara de amostragem.

Sob um outro aspecto ainda, a presente invenção

refere-se a um sistema de amostragem para remoção de contaminação de um fluido de formação colhido por uma ferramenta de interior de poço de uma formação subterrânea. O sistema compreende pelo menos uma câmara de amostragem

5 posicionada na ferramenta de interior de poço para receber o fluido de formação e uma linha de fluxo de saída ligada operacionalmente à câmara de amostragem para remoção seletiva de uma parte contaminada e/ou limpa do fluido de formação da câmara de amostragem, sendo dessa forma

10 removida a contaminação do fluido de formação.

A presente invenção pode igualmente referir-se a uma ferramenta de amostragem de interior de poço, tal como uma ferramenta de cabo de perfuração ("wireline"), uma ferramenta de perfuração ou uma ferramenta de tubagem em

15 espiral. A ferramenta de amostragem inclui meios, tal como uma sonda, para retirada de fluido para o interior da ferramenta de interior de poço, uma linha de fluxo, uma bomba e pelo menos uma câmara de amostragem. A linha de fluxo liga a sonda à câmara de amostragem e a bomba retira

20 fluido para o interior da ferramenta de interior de poço. A pelo menos uma câmara de amostragem é adaptada para colher fluido de formação que será separado no interior da mesma para obtenção de fluido limpo e fluido contaminado. O fluido limpo pode ser colhido mediante transferência do

25 fluido limpo para uma câmara de armazenagem separada e/ou mediante remoção do fluido contaminado da câmara de amostragem.

A câmara de amostragem pode incluir uma primeira câmara de amostragem e uma segunda câmara de amostragem. Uma linha de fluxo de transferência pode ser utilizada para prover a passagem de fluido de formação da primeira câmara de amostragem para a segunda câmara de amostragem. Poderá igualmente ser provida uma linha de fluxo de descarte para passagem de fluido contaminado da pelo menos uma câmara de amostragem para o furo perfurado.

A câmara de amostragem pode ser equipada com sensores para determinação de parâmetros da formação e/ou separação do fluido na câmara de amostragem. Os sensores podem ser posicionados em uma das linhas de fluxo, na(s) pelo menos uma câmara(s) de amostragem, e em combinações das mesmas. Poderá igualmente ser provido um dispositivo analisador de fluido capaz de monitorar o conteúdo do fluido.

Separadores tais como cascalho, produtos químicos, agentes desemulsificantes ou outros catalisadores ou ativadores podem ser dispostos na câmara para facilitarem a separação. A câmara de amostragem pode permitir a separação vertical do fluido em camadas empilhadas. Alternativamente, por exemplo se a ferramenta estiver girando, o fluido poderá ser separado em camadas radiais. A câmara de amostragem possui um pistão capaz de deslizar no interior da mesma. O pistão separa a câmara de amostragem em uma cavidade de amostra e uma cavidade de tampão ("buffer"). O pistão também separa o fluido de amostragem de um fluido

tampão. Poderá ser aplicada pressão ao fluido de amostragem e/ou ao fluido tampão para manipulação das pressões dos mesmos.

A ferramenta pode ser provida com uma linha de
5 fluxo de saída estendendo-se a partir da pelo menos uma câmara de amostragem, em que a linha de fluxo de saída é adaptada para remoção de fluido da câmara de amostragem. A linha de fluxo de saída pode estender-se desde a pelo menos uma câmara de amostragem para o furo perfurado, em que
10 dessa forma o furo contaminado é descartado da cavidade de amostra para o interior do furo perfurado. A linha de fluxo de saída pode igualmente estender-se da pelo menos uma câmara de amostragem para uma câmara de coleta permitindo dessa forma a coleta do fluido de formação.

15 A linha de fluxo de saída é provida com uma linha de fluxo tipo bengala ("snorkel") passível de posicionamento na câmara de amostragem para remoção seletiva de fluido da mesma. A ferramenta pode ser equipada com um dispositivo de análise de fluido, tal como um
20 analisador ótico de fluido para monitoração do fluido que flui através da ferramenta. A ferramenta pode ser equipada com um acumulador de gás para permitir a acumulação de bolhas de gás anteriormente à passagem para o interior da câmara de amostragem. O acumulador de gás é acoplado
25 operacionalmente à linha de fluxo de amostragem e pode permitir o agrupamento de bolhas de gás antes da passagem para o interior da câmara de amostragem. Diversas

configurações de linhas de fluxo e câmaras de amostragem podem ser utilizadas para separação do fluido em módulos desejados ou remoção do mesmo da ferramenta.

A invenção pode igualmente referir-se a um método
5 para amostragem de uma formação subterrânea através de uma ferramenta de interior de poço. O método compreende o posicionamento de uma ferramenta de interior de poço no interior de um poço perfurado, o estabelecimento de comunicação fluida entre a ferramenta de interior de poço e
10 a formação circundante, a retirada de fluido da formação para o interior da ferramenta de interior de poço, a coleta do fluido em uma câmara de amostragem, e a separação de fluido contaminado do fluido de formação.

O fluido pode ser separado mediante retirada do
15 fluido contaminado da câmara de amostragem.

Alternativamente, o fluido pode ser separado mediante transferência de fluido limpo para o interior de uma câmara de coleta. O fluido contaminado pode ser descartado da ferramenta de interior de poço. O fluido poderá ser
20 analisado para identificação do fluido limpo e/ou contaminado. O fluido pode ser separado deixando-se o mesmo em repouso, mediante agitação ou mediante provisão de aditivos, tais como produtos químicos, cascalho, ou desemulsificantes, para facilitar a separação.

25 Outros aspectos e vantagens da invenção irão tornar-se aparentes na descrição que se encontra a seguir e nas reivindicações em anexo.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A Fig. 1 é uma vista esquemática de um tipo convencional de sonda de perfuração e ferramenta de interior de poço.

5 A Fig. 2 é uma vista esquemática detalhada da ferramenta de interior de poço da Figura 1 ilustrando um sistema de amostragem de fluido incluindo uma sonda, câmaras de amostragem, uma bomba e um analisador de fluido.

A Fig. 3A é uma vista esquemática detalhada de uma das câmaras de amostragem da Figura 2, ilustrando a 10 separação do fluido com a contaminação caindo para o fundo.

A Fig. 3B é uma vista esquemática detalhada de uma das câmaras de amostragem da Figura 2 ilustrando a separação do fluido com a contaminação subindo para o topo.

15 A Fig. 4 é uma vista esquemática de uma configuração alternativa da câmara de amostragem da Fig. 3B possuindo uma segunda linha de fluxo com uma configuração de bengala ("snorkel"), e sensores.

A Fig. 5 é uma vista esquemática de uma 20 configuração alternativa da câmara de amostragem da Fig. 3A incluindo uma linha de fluxo de descarte ou eliminação.

A Fig. 6 é uma vista esquemática de uma configuração alternativa da câmara de amostragem da Fig. 3A ou 3B ilustrando uma separação radial no interior da mesma.

25 A Fig. 7 é uma vista esquemática da câmara de amostragem da Fig. 3A ou 3B contendo cascalho.

A Fig. 8 é uma vista esquemática de uma

configuração alternativa da ferramenta de interior de poço da Figura 2 ilustrando uma outra configuração do sistema de amostragem incluindo um acumulador de gás.

DESCRIÇÃO DETALHADA

5 As configurações atualmente preferenciais da invenção encontram-se ilustradas nas figuras identificadas acima e são descritas em detalhe mais abaixo. Na descrição das configurações preferenciais são utilizados numerais de referência idênticos para identificação de elementos comuns
10 ou similares. As figuras não se encontram necessariamente em escala e determinadas características e certas vistas das figuras podem ser ilustradas em escala exagerada ou de forma esquemática para melhor atendimento de interesses de clareza e concisão.

15 Fazendo referência à Figura 1, encontra-se ilustrado na mesma um exemplo de ambiente no qual a presente invenção pode ser utilizada. No exemplo ilustrado, a presente invenção é transportada por uma ferramenta 10 de interior de poço. Um exemplo comercialmente disponível da
20 ferramenta 10 é a ferramenta modular de teste de dinâmica de formações Modular Formation Dynamics Tester (MDT™) da empresa Schlumberger Corporation, que é a cessionária do presente pedido de patente e que se encontra adicionalmente
25 ilustrada, por exemplo, nas patentes norte-americanas n° 4.936.139 e n° 4.860.581.

 A ferramenta de interior de poço 10 pode ser instalada no interior do furo perfurado 14 e pode ser

suspensa no mesmo utilizando um cabo de perfuração convencional 18, ou uma tubagem condutora ou convencional ou uma tubagem em espiral, abaixo de uma sonda de perfuração 5 conforme poderá ser apreciado por uma pessoa versada na técnica. A ferramenta 10 ilustrada é provida com diversos módulos e/ou componentes 12, incluindo sem limitações um sistema 18 de amostragem de fluido. O sistema 18 de amostragem de fluido é ilustrado incluindo uma sonda utilizada para estabelecimento de comunicação fluida entre a ferramenta de interior de poço e a formação subterrânea 16. A sonda 26 pode ser estendida através da torta de lama 15 e para a parede lateral 17 do furo perfurado 14 para coleta de amostras. As amostras são retiradas para o interior da ferramenta 10 de interior de poço através da sonda 26.

Muito embora a Figura 1 ilustre uma ferramenta de amostragem modular portada por cabo de perfuração para coleta de amostras de acordo com a presente invenção, poderá ser apreciado por uma pessoa versada na técnica que um tal sistema pode ser utilizado em qualquer ferramenta de interior de poço. Por exemplo, a ferramenta de interior de poço pode consistir em uma ferramenta de perfuração incluindo uma coluna de perfuração e uma broca de perfuração. A ferramenta de interior de poço pode consistir em uma de uma variedade de ferramentas, tal como um sistema do tipo de Medição Durante a Perfuração ("Measurement-While-Drilling" - MWD), Perfilagem Durante a Perfuração

("Logging-While-Drilling" - LWD), tubagem em espiral ou outro sistema de interior de poço. Adicionalmente, a ferramenta de interior de poço poderá ter configurações alternativas, tais como modular, unitária, de cabo de perfuração, de tubagem em espiral, autônoma, de perfuração e outras variantes de ferramentas de interior de poço.

Fazendo agora referência à Figura 2, encontra-se ilustrado na mesma de forma mais detalhada o sistema 18 de amostragem de fluido da Figura 1. O sistema de amostragem 18 inclui uma sonda 26, uma linha de fluxo 27, câmaras de amostragem 28A e 28B, uma bomba 30 e um analisador de fluido 32. A sonda 26 possui uma abertura de admissão 25 em comunicação fluida com uma primeira parte 27a da linha de fluxo 27 para retirada seletiva de fluido para o interior da ferramenta de interior de poço. Alternativamente, um par de tampões ("packers") pode ser utilizado ao invés da sonda. Nas patentes norte-americanas n° 4.936.139 e n° 4.860.581 encontram-se exemplos de um sistema de amostragem de fluido que utiliza sondas e tampões.

A linha de fluxo 27 liga a abertura de admissão 25 às câmaras de amostragem, à bomba e ao analisador de fluido. O fluido é seletivamente retirado para o interior da ferramenta através da abertura de admissão 25 mediante ativação da bomba 30 para criação de um diferencial de pressão e para atrair fluido para o interior da ferramenta de interior de poço. Quando o fluido flui para o interior da ferramenta, o fluido é preferencialmente feito passar da

linha de fluxo 27, passando pelo analisador de fluido 32 e encaminhando-se para o interior da câmara de amostragem 28B. A linha de fluxo 27 possui uma primeira parte 27A e uma segunda parte 27B. A primeira parte estende-se da sonda

5 através da ferramenta de interior de poço. A segunda parte 27B liga a primeira parte às câmaras de amostragem. São providas válvulas, tais como as válvulas 29A e 29B, para permitirem seletivamente o fluxo de fluido para o interior das câmaras de amostragem. Válvulas, dispositivos de

10 restrição ou outros dispositivos de controle de fluxo adicionais poderão ser utilizados conforme for desejado.

Quando o fluido passa pelo analisador de fluido 32, o analisador de fluido é capaz de detectar o conteúdo do fluido, seu grau de contaminação, densidade ótica,

15 quociente de gás para óleo e outros parâmetros. O analisador de fluido pode consistir, por exemplo, em um monitor de fluido tal como descrito nas patentes norte-americanas n° 6.178.815 concedida a Felling e outros e/ou n° 4.994.671, concedida a Safinya e outros.

20 O fluido é coletado em uma ou mais câmaras de amostragem 28B para separação no interior das mesmas. Após ser obtida a separação, partes do fluido separado podem alternativamente ser bombeadas para fora da câmara de amostragem através de uma linha de fluxo de descarte 34, ou

25 podem ser transferidas para o interior de uma câmara de amostragem 28A para recuperação na superfície conforme será aqui descrito de forma mais detalhada. O fluido coletado

pode igualmente permanecer na câmara de amostragem 28B se assim for desejado. Alternativamente, o fluido contaminado pode ser bombeado para fora da câmara de amostragem e para o interior do furo perfurado (linha de fluxo 34 na Fig. 2) ou outra câmara.

Fazendo referência às Figuras 3A e 3B, encontra-se ilustrada nas mesmas com maiores detalhes a separação do fluido na câmara de amostragem 28B. As Figuras 3A e 3B ilustram uma câmara de amostragem incluindo um pistão 36 que separa a câmara de amostragem em uma cavidade 38 de amostra para coleta de uma amostra de fluido e uma cavidade 40 de tampão contendo um fluido tampão. Quando o fluido flui para o interior da cavidade de amostra, o pistão desloca-se deslizando no interior da câmara de amostragem em reação às pressões nas cavidades. O fluido começa a preencher a câmara e começa a separar-se. Tipicamente, conforme se encontra ilustrado, os contaminantes e/ou o fluido contaminado 37 separa(m)-se do fluido de formação limpo 39 formando camadas. Dependendo das propriedades do fluido, o fluido contaminado poderá depositar-se no fundo conforme se encontra ilustrado na Figura 3A, ou poderá ascender para a parte do topo conforme se encontra ilustrado na Figura 3B.

A câmara de amostragem da Figura 3A é provida com uma única linha de fluxo 27B para passagem de fluido em entrada e saída da câmara de amostragem. Após o fluido se ter separado, o fluido limpo ilustrado em ascensão para o

topo na Figura 3A poderá ser retirado por bombeamento da câmara de amostragem 28B e encaminhado para o interior da câmara de amostragem 28A para ser ali armazenado (Figura 2). Após a transferência ter sido completada, o fluido

5 contaminado remanescente pode ser bombeado e retirado através da linha de descarte 34 para o interior do furo perfurado. O analisador de fluido 32 pode ser utilizado para monitoração do fluido que é bombeado para o interior da câmara de amostragem 28A, para verificar se o mesmo é um

10 fluido suficientemente limpo. Quando for detectado um fluido contaminado a transferência poderá ser interrompida. A transferência pode ser repetida entre múltiplas câmaras até ter sido obtida uma coleta de fluido conforme desejado.

A câmara de amostragem da Figura 3B é igualmente

15 provida com uma única linha de fluxo 27B para passagem de fluido em entrada e saída da câmara de amostragem. Após o fluido se ter separado, o fluido contaminado ilustrado em ascensão para o topo na Figura 3B poderá ser retirado por bombeamento da mesma câmara de amostragem 28B através da

20 linha de descarte 34 para o interior do furo perfurado. Se assim for desejado, a linha de fluxo de descarte pode ser posicionada de tal forma que o fluido contaminado passe através do analisador de fluido 32 sendo dessa forma possível monitorar o fluido contaminado. Quando for

25 detectado um fluido suficientemente limpo a transferência poderá ser interrompida. Os processos de transferência e/ou descarte podem ser repetidos até ter sido obtida uma coleta

de fluido conforme desejado.

Fazendo agora referência à Figura 4, a câmara de amostragem 28B pode ser provida com uma segunda linha de fluxo 42 para remoção seletiva de fluidos. Com uma segunda
5 linha de fluxo e uma válvula, o fluido pode ser feito passar para o interior da cavidade de amostra através da linha de fluxo 27B e pode ser removido através da linha de fluxo 42. Durante a remoção de fluido de formação, a linha de fluxo 42 conforme ilustrada na Figura 4 é
10 preferencialmente provida com uma configuração de bengala ("snorkel") 44 para facilitar a captura e remoção de fluido para o interior da linha de fluxo 42. O "snorkel" pode ser posicionado em diversos níveis na câmara de amostragem para ser obtida a remoção do fluido desejado. Desta forma, se o
15 fluido limpo descer para o fundo da cavidade de amostra, o "snorkel" pode ser descido para o nível desejado para remoção de uma camada do fluido localizada mais abaixo, neste caso sendo de fluido limpo.

A câmara de amostragem pode ser provida com
20 sensores 46 posicionados ao longo da parede da câmara de amostragem. Estes sensores podem ser utilizados para detecção da localização do fluido e/ou de diversas propriedades do fluido (isto é, densidade, viscosidade) no interior da câmara de amostragem. Os sensores podem
25 igualmente ser utilizados para detecção da localização de pistões, linhas de fluxo, "snorkels", ou outros itens no interior da câmara.

Diversas configurações de linhas de fluxo podem ser posicionadas para ingresso ou remoção de fluido na câmara de amostragem. Muito embora a linha de fluxo 27B seja ilustrada localizada no lado esquerdo da parte do topo da câmara, as linhas de fluxo podem ser posicionadas em diversas localizações para facilitarem os processos de amostragem e/ou separação. Conforme se encontra ilustrado na Figura 5, o fluido ingressa na câmara de amostragem 28B através da linha de fluxo 27B. A segunda linha de fluxo 48 passa através do pistão e da cavidade de fluido tampão. Isto permite remover o fluido localizado no fundo da cavidade 38 de amostra através da linha de fluxo 48. Quando o pistão se move, a segunda linha de fluxo preferencialmente move-se com o pistão. A linha de fluxo pode ser telescópica conforme se encontra ilustrado para permitir que o tubo se estenda e retraia juntamente com o pistão.

Na Figura 6 encontra-se ilustrada uma outra configuração de câmara de amostragem. Conforme foi descrito acima, a ferramenta de interior de poço pode consistir em uma ferramenta de perfuração. Nesses casos (e em alguns outros casos), a ferramenta roda e aplica tipicamente a uma força centrípeta à cavidade de amostra. Esta força centrípeta faz rodar o fluido e faz o mesmo separar-se em camadas radiais. Conforme se encontra ilustrado na Figura 6, a parte central da cavidade de amostra pode conter fluido limpo 39A, enquanto a camada externa pode consistir

em fluido contaminado 39B (ou vice-versa - não ilustrado).
As linhas de fluxo podem ser posicionadas de tal forma que
uma linha de fluxo, tal como a linha de fluxo 27B, fique
localizada em uma posição central enquanto a segunda linha
5 de fluxo 42 fica localizada em ou na proximidade da camada
externa. Outras configurações podem ser consideradas.

Diversas técnicas podem ser empregadas para
facilitar o processo de separação. Por exemplo, conforme se
encontra ilustrado na Figura 7, pode ser disposto um
10 cascalho 50 na cavidade de amostra para auxiliar a puxar
certos fluidos na direção do fundo da câmara. Diversos
aditivos químicos, tais como agentes desemulsificantes
(isto é, lauril sulfato de sódio) podem igualmente ser
inseridos no fluido para auxiliarem a separação. A
15 separação poderá igualmente ser auxiliada por agitação, tal
como através da rotação centrípeta da ferramenta.

Fazendo agora referência à Figura 8, encontra-se
ilustrada na mesma uma outra configuração da ferramenta de
interior de poço 10a da Figura 2. Esta ferramenta 10a de
20 interior de poço é idêntica à ferramenta 10 de interior de
poço da Figura 2, exceto no fato de consistir em uma
ferramenta de perfuração incluindo um sistema de amostragem
de fluido 18a com múltiplas câmaras de amostragem 28B e um
acumulador de gás 52. Adicionalmente, os diversos
25 componentes e módulos foram reorganizados. A ferramenta 10a
de interior de poço ilustra o fato de poderem ser
utilizadas diversas configurações. Em casos em que a

ferramenta é modular, os módulos podem ser reorganizados conforme for desejado tornando possível uma variedade de outras operações na ferramenta de interior de poço. Podem ser utilizadas múltiplas câmaras de amostragem com uma
5 variedade de opções de disposição de válvulas. O analisador de fluido e a bomba podem ser posicionados conforme for desejado para permitirem a monitoração e movimento desejados.

A ferramenta pode ser equipada com dispositivos
10 adicionais, tal como um acumulador de gás 52, capaz de permitir a reunião e consolidação de bolhas de gás. Quando o gás se tiver acumulado com uma magnitude suficiente, ele irá deslocar-se em uma só unidade para maior eficiência de separação e descarte.

15 A ferramenta pode igualmente ser equipada com sensores em diversas posições, tal como na câmara de amostragem conforme se encontra ilustrado na Figura 4, ou em diversas posições do sistema de amostragem. Estes sensores podem determinar uma variedade de leituras, tais
20 como de densidade e resistividade. Estas informações podem ser utilizadas por si mesmas ou em combinação com outras informações, tais como as informações geradas pelo analisador de fluido. Os dados obtidos pela ferramenta podem ser transmitidos para a superfície e/ou utilizados
25 para tomada de decisões sobre operações no interior do poço. Podem ser providos dispositivos de computação apropriados para disponibilização destes recursos.

Muito embora a invenção tenha sido descrita com relação a um número limitado de configurações, aqueles que são versados na técnica e possuem o benefício proporcionado pela presente divulgação poderão apreciar que podem ser

5 consideradas outras configurações que não se afastem do escopo da invenção conforme aqui revelado. Desta forma, o escopo da invenção deverá ser limitado somente pelas reivindicações em anexo.

- REIVINDICAÇÕES -

1. SISTEMA DE AMOSTRAGEM PARA REMOÇÃO DE
CONTAMINAÇÃO DE UM FLUIDO DE FORMAÇÃO COLETADO POR UMA
FERRAMENTA DE INTERIOR DE POÇO A PARTIR DE UMA FORMAÇÃO
5 GEOLÓGICA SUBTERRÂNEA, compreendendo:

pelo menos uma câmara de amostragem(28) posicionada
na ferramenta de interior de poço(10) para receber o fluido
de formação; e

uma linha de fluxo de saída(27, 42, 48) ligada
10 operacionalmente à câmara de amostragem(28), o sistema
sendo caracterizado por a linha de fluxo de saída ligada
operacionalmente à câmara de amostragem estar disposta de
modo a permitir a remoção seletiva de uma de entre uma
parte contaminada(37) do fluido de formação, uma parte
15 limpa(39) do fluido de formação, e combinações das mesmas,
da câmara de amostragem(28), em que dessa forma é removida
a contaminação do fluido de formação.

2. Sistema de amostragem, de acordo com a
reivindicação 1, caracterizado por a ferramenta(10) ser
20 selecionada do grupo que inclui ferramentas de cabo de
perfuração, ferramentas de coluna de perfuração,
ferramentas de tubagem em espiral, e combinações das
mesmas.

3. Sistema de amostragem, de acordo com a
25 reivindicação 1, caracterizado por a pelo menos uma câmara
de amostragem(28) compreender uma primeira câmara de

amostragem(28A) e uma segunda câmara de amostragem(28B), e o sistema de amostragem(18) compreender adicionalmente uma linha de fluxo de transferência(27) para passagem de pelo menos uma parte do fluido de formação da primeira câmara de amostragem para a segunda câmara de amostragem(28B).

4. Sistema de amostragem, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a linha de fluxo de saída(27, 42, 48) ser ligada operacionalmente a uma segunda câmara de amostragem(28B) para passagem de pelo menos uma parte do fluido de formação da primeira câmara de amostragem(28A) para uma segunda câmara de amostragem(28B).

5. Sistema de amostragem, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender adicionalmente uma linha de fluxo(34) para descartar fluido destinada à passagem do fluido de uma linha de fluxo principal(27) para um furo perfurado(14).

6. Sistema de amostragem, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender adicionalmente sensores(46) para detecção de parâmetros da formação.

7. Sistema de amostragem, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado por os sensores(46) serem posicionados em pelo menos uma das linhas de fluxo de saída, em pelo menos uma câmara de fluxo(28), ou em combinações dessas disposições.

8. Sistema de amostragem, de acordo com a

reivindicação 1, caracterizado por compreender adicionalmente um analisador de fluido(32) capaz de monitorar a contaminação de fluido de formação.

9. Sistema de amostragem, de acordo com a
5 reivindicação 1, caracterizado por compreender adicionalmente um separador de fluido.

10. Sistema de amostragem, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado por o separador de fluido compreender um de entre cascalho(50), produtos químicos,
10 catalisadores, ativadores, desemulsificantes, e combinações dos mesmos.

11. Sistema de amostragem, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a pelo menos uma câmara de amostragem(28) possuir um pistão(36) móvel em
15 deslizamento no interior da mesma, o pistão(36) separando a câmara de amostragem(28) em uma cavidade de amostra(38) e uma cavidade de fluido tampão(40).

12. Sistema de amostragem, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a linha de fluxo de
20 saída(27, 42, 48) se estender desde a pelo menos uma câmara de amostragem(28) para o furo perfurado(14) para descarte de fluido contaminado da câmara de amostra(28) para o interior do furo perfurado(14).

13. Sistema de amostragem, de acordo com a
25 reivindicação 1, caracterizado por a linha de fluxo de saída(27, 42, 48) se estender desde a pelo menos uma câmara

de amostragem(28) para uma câmara de coleta(28A) para
recolha do fluido de formação.

14. Sistema de amostragem, de acordo com a
reivindicação 1, caracterizado por a linha de fluxo de
5 saída(27, 42, 48) ser provida com uma configuração de
bengala ("snorkel")(44) passível de posicionamento no
interior da câmara de amostragem(28) de forma a remover
seletivamente fluido da mesma.

15. Sistema de amostragem, de acordo com a
10 reivindicação 1, caracterizado por compreender
adicionalmente um acumulador de gás(52) operacionalmente
acoplado à linha de fluxo principal(27, 42, 48), o
acumulador(52) permitindo o agrupamento de bolhas de gás
anteriormente à passagem para o interior da câmara de
15 amostragem(28).

16. Sistema de amostragem, de acordo com a
reivindicação 1, caracterizado por compreender
adicionalmente uma sonda(26) para retirada do fluido de
formação da formação geológica subterrânea(16) para o
20 interior da ferramenta de interior de poço(10) e uma linha
de fluxo principal(27A) estendendo-se a partir da sonda(26)
para permitir a passagem do fluido de formação da sonda(26)
para o interior da ferramenta de interior de poço(10), em
que a pelo menos uma câmara de amostragem(28) é ligada
25 operacionalmente à linha de fluxo principal(27A) para
recolher na mesma o fluido de formação.

17. MÉTODO PARA AMOSTRAGEM DE UM FLUIDO DE FORMAÇÃO DE UMA FORMAÇÃO GEOLÓGICA SUBTERRÂNEA ATRAVÉS DE UMA FERRAMENTA DE INTERIOR DE POÇO, o método compreendendo:

- 5 posicionamento de uma ferramenta de interior de poço(10) em um furo de poço;
- estabelecimento de comunicação fluida entre a ferramenta de interior de poço(10) e a formação geológica circundante(16);
- 10 retirada de fluido da formação(16) para o interior da ferramenta de interior de poço(10); e
- coleta do fluido de formação no interior de pelo menos uma câmara de amostragem(28);
- 15 o método sendo caracterizado por compreender a retirada de uma de entre uma parte contaminada(37) do fluido de formação, uma parte limpa(39) do fluido de formação, e combinações das mesmas, da câmara de
- 20 amostragem(28).

18. Método, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado por compreender adicionalmente a separação da parte limpa(39) do fluido de formação relativamente à parte contaminada(37) do fluido de formação.

25 19. Método, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado por o fluido ser separado mediante retirada

da parte contaminada(37) da câmara de amostragem(28).

20. Método, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado por o fluido ser separado mediante uma das operações que consistem em permitir que o fluido repouse, 5 agitar o fluido, adicionar aditivos ao fluido, e combinações das mesmas.

21. Método, de acordo com a reivindicação 20, caracterizado por os aditivos consistirem em cascalho(50), desemulsificantes, e combinações dos mesmos.

10 22. Método, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado por o fluido ser separado mediante transferência da parte limpa(39) para o interior de uma câmara de coleta(27A).

15 23. Método, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado por a parte contaminada(37) ser descartada para o interior de um furo perfurado(14).

24. Método, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado por compreender adicionalmente a identificação de uma de entre a parte limpa(39) do fluido 20 de formação, a parte contaminada(37) do fluido de formação, e combinações das mesmas.

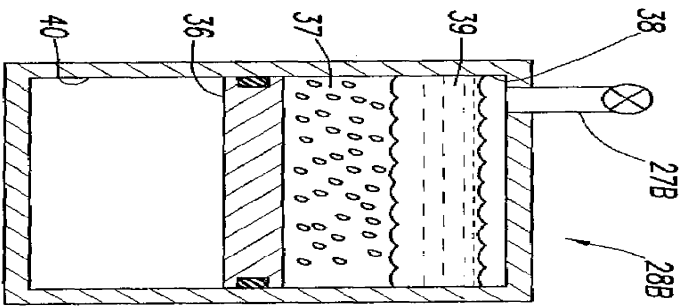


FIG. 3A

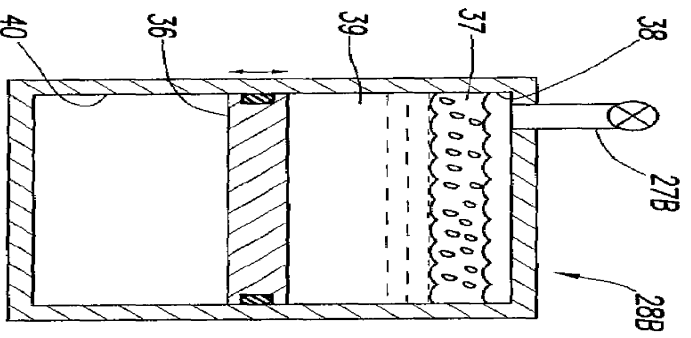


FIG. 3B

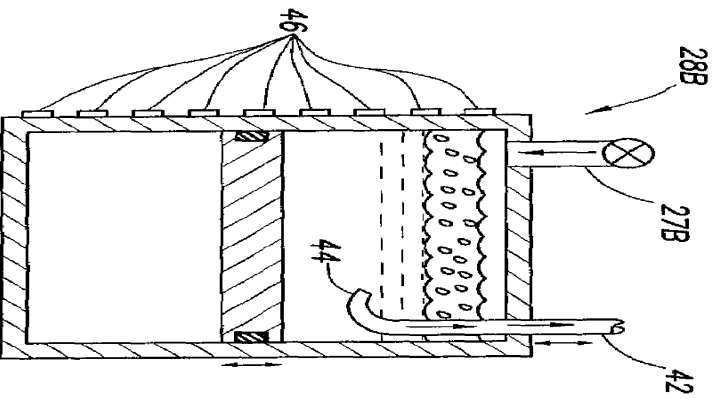


FIG. 4

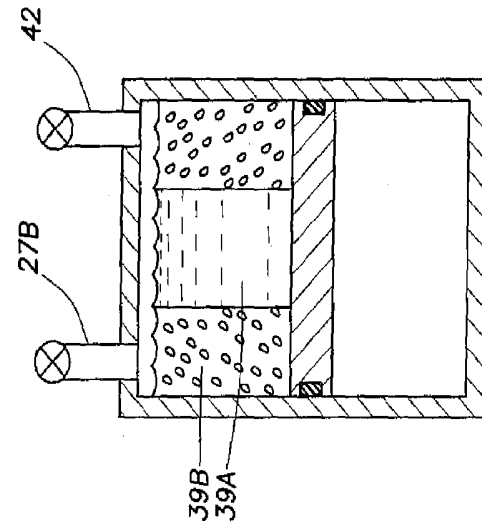


FIG. 6

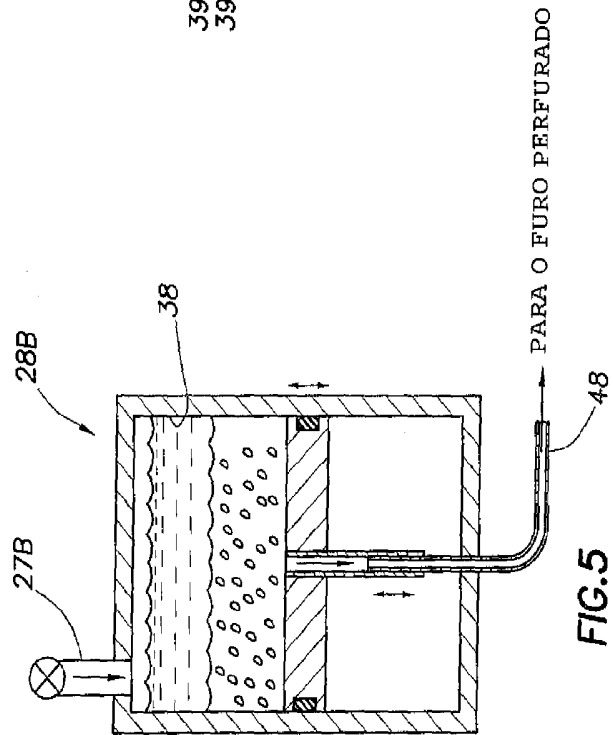


FIG. 5

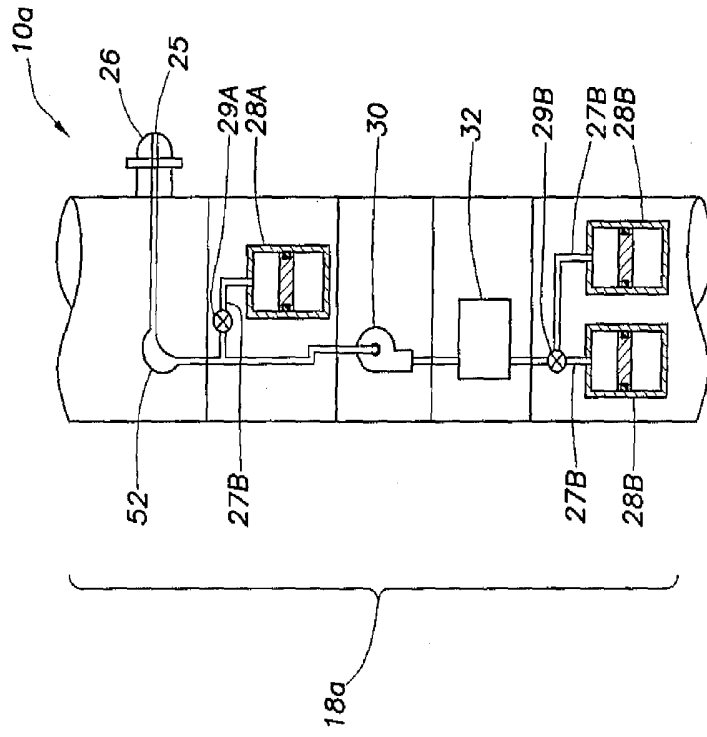


FIG. 8

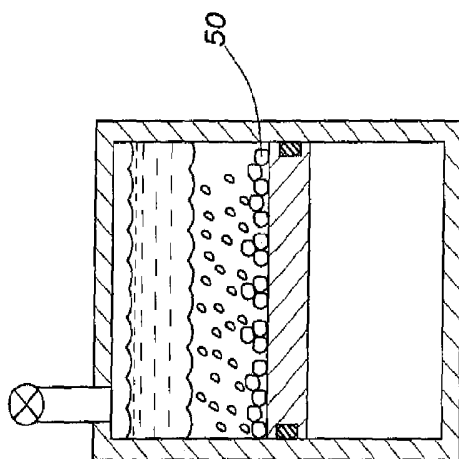


FIG. 7

- RESUMO -

SISTEMA DE AMOSTRAGEM PARA REMOÇÃO DE CONTAMINAÇÃO DE UM FLUIDO DE FORMAÇÃO COLETADO POR UMA FERRAMENTA DE INTERIOR DE POÇO A PARTIR DE UMA FORMAÇÃO GEOLÓGICA SUBTERRÂNEA E
5 MÉTODO PARA AMOSTRAGEM DE UM FLUIDO DE FORMAÇÃO DE UMA FORMAÇÃO GEOLÓGICA SUBTERRÂNEA ATRAVÉS DE UMA FERRAMENTA DE INTERIOR DE POÇO

Trata-se de um método e um aparelho para amostragem de um fluido de uma formação geológica. O fluido da
10 formação é retirado da formação subterrânea para o interior da ferramenta de interior de poço e é coletado em uma câmara de amostragem. Uma linha de saída de fluxo é ligada operacionalmente à câmara de amostragem para permitir a remoção seletiva de uma parte contaminada e/ou uma parte
15 limpa do fluido de formação do interior da câmara de amostragem, sendo dessa forma removida a contaminação da câmara de amostragem. Por exemplo, uma parte limpa do fluido de formação pode ser feita passar para uma outra câmara de amostragem para ser ali recolhida, ou uma parte
20 contaminada pode ser descartada para o interior do furo perfurado.