



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

(21) **PI 0712872-0 A2**

(22) Data de Depósito: 11/06/2007
(43) Data da Publicação: 06/11/2012
(RPI 2183)



(51) *Int.Cl.:*
C09K 8/502
C09K 8/512
C09K 3/00
C07D 207/452
C08F 26/02

(54) **Título:** MÉTODO DE TRATAR UMA FORMAÇÃO DE TERRA, MÉTODO DE FAZER UM GEL NÃO-AQUOSO, E GEL NÃO-AQUOSO

(30) **Prioridade Unionista:** 08/06/2007 US 11/760.524, 09/06/2006 US 60/804.349

(73) **Titular(es):** M-I L.L.C.

(72) **Inventor(es):** David Antony Ballard

(74) **Procurador(es):** Orlando de Souza

(86) **Pedido Internacional:** PCT US2007070855 de 11/06/2007

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/146865 de 21/12/2007

(57) **Resumo:** GEL NÃO AQUOSO PARA AUMENTO DE RESISTÊNCIA DE FURO DE POÇO. É mostrado um método de tratamento de uma formação de terreno que inclui a injeção de pelo menos um monômero lipofílico na formação do terreno; onde pelo menos um monômero lipofílico é selecionado a partir de um derivado funcionalizado de epóxido de óleo de soja, óleo de linhaça, óleo de semente de colza, óleo de tungue, óleo de oiticica, óleo de açafrão, óleo de papoula, óleo de cânhamo, óleo de semente de algodão, óleo de girassol, triglicerídeos oléicos altos, triglicerídeos de plantas de euforbiácea, óleo de amendoim, óleo de oliva, óleo de caroço de oliva, óleo de parte central de amêndoa, óleo de capoeira (paina), óleo de avelã, óleo de parte central de abacaxi, óleo de fruto da faixa, óleo de tremoço, óleo de milho, óleo de gergelim, óleo de caroço de unidade de válvula, óleo de lallemantia, óleo de ricino, óleo de arenque, óleo de sardinha, óleo de savelha, óleo de baleia, e óleo de sebo; a injeção de pelo menos um agente de formação de retículo que compreende pelo menos uma amina primária; e permitir que o monômero lipofílico e o agente de formação de retículo reajam na formação de terreno

GEL NÃO AQUOSO PARA AUMENTO DE RESISTÊNCIA DE FURO DE POÇO
ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

Campo da Invenção

A presente exposição se refere geralmente a métodos
5 para a melhoria da resistência de furo de poço e,
particularmente, a métodos para consolidação e
estabilização do furo de poço.

Técnica Antecedente

A circulação perdida é um problema de perfuração
10 recorrente, caracterizado por perda de lama de perfuração
em formações poço abaixo que são fraturadas, altamente
permeáveis, porosas, cavernosas ou vugulares. Estas
formações de terreno podem incluir folhelho, areias,
cascalho, leitos com conchas, depósitos de recife,
15 calcário, dolomita e giz, dentre outros. Outros problemas
encontrados enquanto se perfuram e produzem óleo e gás
incluem tubo agarrado, colapso de furo, perda de controle
de poço e perda de produção ou produção diminuída.

As perdas de lama induzidas também podem ocorrer
20 quando o peso de lama, requerido para controle de poço e
para manutenção de um furo de poço estável, excede à
resistência à fratura das formações. Uma situação
particularmente desafiadora surge em reservatórios
esgotados, nos quais a queda na poropressão enfraquece as
25 rochas portando hidrocarboneto, mas rochas de
permeabilidade baixa vizinhas ou em leitos intercalados,
tais como folhelhos, mantêm sua poropressão. Isto pode
tornar a perfuração de certas zonas esgotadas impossível,
porque o peso da lama requerido para suporte do folhelho
30 excede à resistência à fratura das areias e dos siltes.

Outras situações surgem nas quais um isolamento de certas zonas em uma formação pode ser benéfico. Por exemplo, um método para aumento da produção de um poço é perfurar o poço em vários locais diferentes, na mesma zona portando hidrocarboneto ou em zonas diferentes portando hidrocarboneto e, desse modo, aumentar o fluxo de hidrocarbonetos para o poço. O problema associado à produção a partir de um poço desta maneira se refere ao controle do fluxo de fluidos a partir do poço e ao gerenciamento do reservatório. Por exemplo, em um poço produzindo a partir de zonas separadas (ou de laterais em um poço multilateral) em que uma zona tem uma pressão mais alta do que uma outra zona, a zona de pressão mais alta pode desembocar em uma zona de pressão mais baixa ao invés de para a superfície. De modo similar, em um poço horizontal que se estende através de uma zona única, perfurações próximas do "calcanhar" do poço, isto é, mais próximas da superfície, podem começar a produzir água antes daquelas perfurações próximas do "dedo do pé" do poço. A produção de água próximo do calcanhar reduz a produção geral do poço.

Durante o processo de perfuração, as lamas são circuladas poço abaixo para remoção de rocha, bem como para o envio de agentes para o combate da variedade de questões descritas acima. As composições de lama podem ser à base de água ou de óleo (incluindo óleo mineral, diesel ou óleos sintéticos) e podem compreender agentes de aumento de peso, tensoativos, propantes e géis. Ao se tentar curar estes e outros problemas, polímeros de formação de retículo ou de absorção, pílulas de material de controle de perda (LCM) e

compressões com cimento têm sido empregados. Géis, em particular, encontraram utilidade na prevenção de perda de lama, na estabilização e no aumento de resistência do furo de poço, e isolamento de zona e tratamentos de corte de água.

Em muitos poços, lamas à base de água e à base de óleo são usadas. As lamas à base de água geralmente são usadas inicialmente no processo de perfuração. Mais tarde, lamas à base de óleo são substituídas conforme o poço fica mais profundo e atinge o limite de lamas à base de água, devido a limitações tais como lubricidade e estabilização de furo de poço. A maioria dos géis emprega agentes de geleificação e de formação de retículo compatíveis com água, os quais são úteis quando se usam lamas à base de água. Contudo, há uma carência de métodos usando géis não aquosos, os quais sejam compatíveis com lamas à base de óleo.

Assim, há uma necessidade do desenvolvimento de géis não aquosos para aplicações de poço abaixo que sejam relativamente seguras em termos ambientais e compatíveis com lamas à base de óleo.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Em um aspecto, as modalidades mostradas aqui se referem a um método de tratamento de uma formação de terreno que inclui a injeção de pelo menos um monômero lipofílico na formação do terreno; onde pelo menos um monômero lipofílico é selecionado a partir de um derivado funcionalizado de epóxido de óleo de soja, óleo de linhaça, óleo de semente de colza, óleo de casca de castanha de caju, óleo de perila, óleo de tungue, óleo de oiticica, óleo de açafroa, óleo de papoula, óleo de cânhamo, óleo de

semente de algodão, óleo de girassol, triglicerídeos oléicos altos, triglicerídeos de plantas de euforbiácea, óleo de amendoim, óleo de oliva, óleo de caroço de oliva, óleo de amêndoa, óleo de capoque (paina), óleo de avelã, 5 óleo de parte central de abacaxi, óleo de fruto da faixa, óleo de tremoço, óleo de milho, óleo de gergelim, óleo de caroço de unidade de válvula, óleo de lallemantia, óleo de rícino, óleo de arenque, óleo de sardinha, óleo de savelha, óleo de baleia, e óleo de sebo; a injeção de pelo menos um 10 agente de formação de retículo na formação de terreno, onde pelo menos um agente de formação de retículo compreende pelo menos uma amina primária; e permitir que o monômero lipofílico e o agente de formação de retículo reajam em uma formação de terreno.

15 Em um outro aspecto, as modalidades mostradas aqui se referem a um método de feitura de um gel não aquoso que inclui prover uma mistura de pelo menos um monômero lipofílico e pelo menos um agente de formação de retículo em um solvente à base de óleo, onde pelo menos um monômero 20 lipofílico é selecionado a partir de um derivado funcionalizado de epóxido de óleo de soja, óleo de linhaça, óleo de semente de colza, óleo de casca de castanha de caju, óleo de perila, óleo de tungue, óleo de oiticica, óleo de açafroa, óleo de papoula, óleo de cânhamo, óleo de 25 semente de algodão, óleo de girassol, triglicerídeos oléicos altos, triglicerídeos de plantas de euforbiácea, óleo de amendoim, óleo de oliva, óleo de caroço de oliva, óleo de amêndoa, óleo de capoque (paina), óleo de avelã, óleo de parte central de abacaxi, óleo de fruto da faixa, 30 óleo de tremoço, óleo de milho, óleo de gergelim, óleo de

caroço de unidade de válvula, óleo de lallemantia, óleo de rícino, óleo de arenque, óleo de sardinha, óleo de savelha, óleo de baleia, e óleo de sebo; e onde pelo menos um agente de formação de retículo compreende pelo menos uma amina primária; e permitir que a mistura reaja para a formação de um gel.

Ainda em um outro aspecto, as modalidades mostradas aqui se referem a um gel não aquoso que inclui pelo menos um monômero lipofílico, onde pelo menos um monômero lipofílico é selecionado a partir de um derivado funcionalizado de epóxido de óleo de soja, óleo de linhaça, óleo de semente de colza, óleo de casca de castanha de caju, óleo de perila, óleo de tungue, óleo de oiticica, óleo de açafroa, óleo de papoula, óleo de cânhamo, óleo de semente de algodão, óleo de girassol, triglicerídeos oléicos altos, triglicerídeos de plantas de euforbiácea, óleo de amendoim, óleo de oliva, óleo de caroço de oliva, óleo de amêndoa, óleo de capoque (paina), óleo de avelã, óleo de parte central de abacaxi, óleo de fruto da faixa, óleo de tremoço, óleo de milho, óleo de gergelim, óleo de caroço de unidade de válvula, óleo de lallemantia, óleo de rícino, óleo de arenque, óleo de sardinha, óleo de savelha, óleo de baleia, e óleo de sebo; e pelo menos um agente de formação de retículo, onde pelo menos um agente de formação de retículo compreende pelo menos uma amina primária.

Ainda em uma outra modalidade, um método de tratamento de uma formação de terreno que inclui a injeção de pelo menos um monômero lipofílico e pelo menos um agente de formação de retículo em uma solução não aquosa e tendo uma viscosidade inicial na faixa de aproximadamente 0,5 N.s/m²

a 80 N.s/m² medida a 25 °C usando-se um fuso LV2 a velocidades de rotação baixas; e permitir que pelo menos um monômero lipofílico e pelo menos um agente de formação de retículo reajam na formação de terreno.

5 Outros aspectos e vantagens da invenção serão evidentes a partir da descrição a seguir e das reivindicações em apenso.

DESCRIÇÃO DETALHADA

Em um aspecto, as modalidades mostradas aqui se referem a géis não aquosos com um formado a partir de pelo menos um monômero lipofílico e pelo menos um agente de formação de retículo. Em outros aspectos, as modalidades mostradas aqui se referem a géis formados tendo uma viscosidade na faixa de aproximadamente 0,5 N.s/m² a 80 N.s/m². Ainda em outros aspectos, as modalidades mostradas aqui se referem a métodos para a feitura de géis não aquosos e aplicações em que os géis mostrados aqui podem ser úteis. Na descrição a seguir, numerosos detalhes são estabelecidos para a provisão de um entendimento da presente exposição. Contudo, será entendido por aqueles versados na técnica que a presente invenção pode ser praticada sem estes detalhes e que numerosas variações ou modificações das modalidades descritas podem ser possíveis.

Um agente de formação de retículo e um agente de geleificação (o material a ser reticulado) podem ser reagidos para a formação de um gel. Um gel é um material sólido tipo uma gelatina formado a partir de uma solução coloidal. Em peso, os géis são principalmente líquidos, embora eles se comportem como sólidos. Em algumas modalidades, o agente de geleificação pode ser dissolvido

em um fluido não aquoso para a formação de uma solução, e um agente de formação de retículo pode ser adicionado à solução, reagindo com o agente de geleificação para a formação de um gel. O gel não aquoso pode ser usado em

5 aplicações poço abaixo como um componente de lama de perfuração, e pode ser pré-formado e bombeado poço abaixo. Alternativamente, os componentes podem ser introduzidos seqüencialmente poço abaixo, formando-se o gel *in situ*.

Monômero Lipofílico

10 Em uma modalidade, o gel não aquoso é formado pelo envelhecimento de um monômero lipofílico e de um agente de formação de retículo. Em uma modalidade, o gel pode ser formado a partir de um monômero lipofílico o qual é capaz de ser quimicamente reticulado para a formação de uma

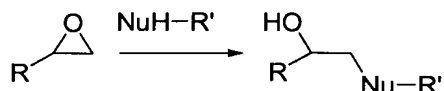
15 estrutura polimérica. Em uma modalidade em particular, os monômeros lipofílicos adequados podem compreender vários óleos naturais epoxidados, tais como óleo de soja, óleo de linhaça, óleo de semente de colza, óleo de casca de castanha de caju, óleo de perila, óleo de tungue, óleo de

20 oiticica, óleo de açafoa, óleo de papoula, óleo de cânhamo, óleo de semente de algodão, óleo de girassol, triglicerídeos oléicos altos, triglicerídeos de plantas de euforbiácea, óleo de amendoim, óleo de oliva, óleo de caroço de oliva, óleo de amêndoa, óleo de capoque (paina),

25 óleo de avelã, óleo de parte central de abacaxi, óleo de fruto da faixa, óleo de tremoço, óleo de milho, óleo de gergelim, óleo de caroço de unidade de válvula, óleo de lallemantia, óleo de rícino, óleo de arenque, óleo de sardinha, óleo de savelha, óleo de baleia, e óleo de sebo.

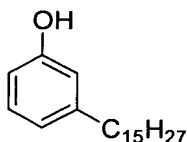
30 Um monômero lipofílico contendo um grupo epóxido pode

servir como o grupo eletrofílico reativo para formação de retículo com um nucleófilo apropriado de acordo com a reação química geral:



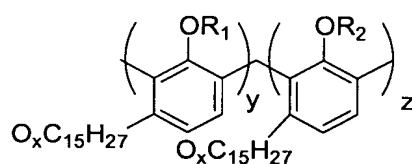
onde R representa um grupo lipofílico e pode compreender uma pluralidade de grupos epóxido para formação de retículo, e R'NuH representa um agente de formação de retículo e pode compreender uma pluralidade de nucleófilos de heteroátomo.

Em uma modalidade em particular, o monômero lipofílico pode compreender derivados contendo epóxido de cardanol, o qual é representado pela fórmula a seguir:



O cardanol é um alquenilfenol meta-substituído derivado de fenóis que ocorrem naturalmente extraídos a partir do líquido de casca de castanha de caju, cujos derivados estão disponíveis a partir de várias fontes comerciais, incluindo a Cardolite Corporation (Newark, NJ). Devido à estrutura mista alifática / aromática do cardanol, seus derivados são compatíveis com um amplo arranjo de solventes orgânicos, incluindo OBM. A cadeia lateral alifática contém uma única insaturação, a qual pode ser epoxidada e, assim, prover um ponto para possível formação de retículo. O cardanol também possui muitas

características químicas de fenóis, especificamente, posições orto e para reativas para substituição aromática eletrofílica. Esses padrões de reatividade são a base da síntese de derivados comercialmente disponíveis, tais como oligômeros de condensação de formaldeído (resinas novolac ou novolak, conforme conhecido por aqueles versados na técnica), tal como com a estrutura geral:



onde X é 0 ou 1 e representa se a cadeia lateral alifática é epoxidada, y e z representam as unidades de cardanol de repetição que podem ter grupos funcionais diferentes no grupo fenol aromático (R_1 e R_2). O número total de unidades de cardanol no oligômero é representado pela soma de y e z e pode variar de 1 a 30 em uma modalidade, de 1 a 10 em uma outra modalidade, e de 1 a 5 em ainda uma outra modalidade. Os grupos fenólicos de cadeia lateral, R_1 e R_2 , podem ser independentemente uma cadeia lateral de epóxido de hidrogênio, alquila ou de alquenila compreendendo de 2 a 15 carbonos. Os epóxidos de alquila ou alquenila podem compreender cadeias de carbono retas, cadeias de carbono ramificadas ou combinações dos mesmos. Adicionalmente, alguém versado na técnica reconhecerá que ambas as cadeias de carbono de alquila e de alquenila podem ser substituídas e podem compreender derivados com pelo menos um de substituintes de halogênio, alcóxi, arila e heteroarila. Mais ainda, alguém versado na técnica também reconheceria

que, conforme usado aqui, "substituído" se refere à substituição de hidrogênio(s) na cadeia de alquila ou alquenila (ou qualquer um de seus substituintes) por qualquer outro átomo ou grupo de átomos incluindo isótopos, tal como deutério ou trítio.

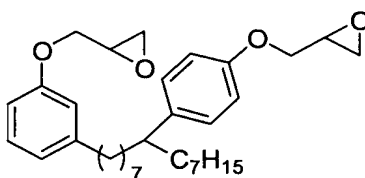
Em uma modalidade, a cadeia lateral alifática pode manter sua insaturação ($x = 0$) ou pode ser epoxidada ($x = 1$). Nas resinas do tipo novolac, o formaldeído pode servir para a detecção das unidades de cardanol com pontes de metileno (CH_2). Os oligômeros de cardanol podem compreender de 2 a 30 unidades de cardanol ($y + z$) em uma modalidade. O grupo fenólico de cardanol pode ser adicionalmente funcionalizado, e os produtos de oligômero de formaldeído podem incorporar fenóis com substituição diferente no fenol (R_1 e R_2). Contudo, nesta modalidade, duas substituições fenólicas diferentes são mostradas, e alguém de conhecimento comum na técnica apreciaria que mais de duas substituições fenólicas diferentes podem ser incorporadas em um oligômero.

Em uma modalidade, um epóxido pode estar presente nos substituintes fenólicos R_1 e R_2 . Isto pode ser o epóxido de uma cadeia de alquenila reta, a qual pode compreender cadeias laterais de vinila, propenila, butenila, pentenila, hexenila, heptenila, octenila, nonenila, decenila, undecenila, e dodecenila. Em uma modalidade em particular, a cadeia lateral pode ser o epóxido de uma cadeia lateral de propenila (um éter glicidílico). Embora modalidades específicas se refiram a cadeias laterais de alquenila de cadeia reta normal, alguém de conhecimento comum na técnica apreciaria que epóxidos de substituições de alquenila de

cadeia ramificada no grupo fenol também podem ser possíveis.

Em uma modalidade, o monômero lipofílico pode ter a estrutura representada por $x = 0$, $y = 0$, $z = 1$ e $R_1 =$ éter glicidílico. Em um caso como esse, o parceiro de formação de retículo nucleofílico pode requerer mais de um nucleófilo de amina funcional. Em uma outra modalidade, o monômero lipofílico pode ter a estrutura representada por $x = 1$, $y = 0$, $z = 1$ e $R_1 =$ éter glicidílico. Em ainda uma outra modalidade, o monômero lipofílico pode ter a estrutura representada por $x = 0$, $y + z = 5$ e $R_1 =$ éter glicidílico do fenol de cardanóis nas posições 1, 3 e 5 do oligômero e $R_2 =$ hidrogênio no fenol de cardanóis nas posições 2 e 4 do oligômero.

Em uma outra modalidade, o monômero lipofílico pode ser um derivado de cardanol com uma cadeia lateral alifática funcionalizada, conforme representado pela estrutura a seguir:



Com respeito a aplicações em perfuração de óleo, um monômero lipofílico pode ser desejável, quando usado em conjunto com uma lama à base de óleo (OBM). O caráter lipofílico pode emprestar solubilidade à estrutura de polímero resultante na OBM. Conforme seria óbvio para alguém versado na técnica, a escolha apropriada de monômero lipofílico dependerá das propriedades desejadas do polímero

de produto final. Tratos que podem ser de interesse na seleção de um monômero lipofílico podem incluir os tempos de geleificação em várias temperaturas, e as propriedades de gel, tal como resistência de gel, conforme inferido e
5 definido por sua resistência a forças de tração, compressão e impacto, flexibilidade, rigidez, adesão e tolerância a produto químico e a calor.

Em uma modalidade em particular, o monômero lipofílico pode incluir um cardanol de éteres poliglicidílicos, óleo
10 de rícino, glicerina, propoxilada, polipropileno glicol, sorbitol propoxilado e polissulfeto epoxidado. Em ainda uma outra modalidade em particular, o monômero lipofílico pode ter um peso de epóxi equivalente variando de 500 a 1000 gramas/equivalente. Contudo, alguém de conhecimento comum
15 na técnica apreciaria que este número pode variar, dependendo da identidade do monômero lipofílico usado.

Agente de Formação de Retículo

Em uma modalidade, o material polimérico também compreende pelo menos um agente de formação de retículo de
20 modo a se efetuar a polimerização do monômero lipofílico. Em geral, o agente de formação de retículo pode ser qualquer grupo nucleofílico que possa reagir para abrir um epóxido. Em uma modalidade adicional, o agente de formação de retículo pode compreender uma molécula polifuncional com
25 mais de um grupo nucleofílico. Em modalidades particulares, os grupos nucleofílicos podem compreender aminas, alcoóis, fenóis, tióis, carbânions e carboxilatos.

Em uma modalidade, o agente de formação de retículo pode ser uma poliamina alifática, tais como etilenodiamina
30 (EDA), dietilenotriamina (DTA) e trietilenotetramina

(TETA), as quais compreendem uma cadeia linear curta entre grupos amina. A formação de retículo com esses agentes tende a criar camadas altamente reticuladas com boa resistência a calor e produtos químicos, incluindo
5 solventes. Em uma outra modalidade, a amina alifática pode ser uma polietilenimina (PEI), os quais são polímeros de etilenodiamina e estão comercialmente disponíveis sob o nome comercial Lupasol® a partir da BASF (Alemanha). As PEIs podem variar no grau de ramificação e, portanto, podem
10 variar no grau de formação de retículo. As PEIs de Lupasol® podem ser construções de peso molecular pequeno, tais como Lupasol® FG com um peso molecular médio de 800 ou construções de peso molecular grande, tal como Lupasol® SK com um peso molecular médio de 2.000.000.

15 Ainda em uma outra modalidade, a amina alifática pode ser uma polieteramina, tais como aquelas comercialmente disponíveis sob o nome comercial Jeffamine® Huntsman Performance Products (Woodlands, TX). Por exemplo, os produtos úteis de Jeffamine® podem incluir triaminas
20 Jeffamine® T-5000 e Jeffamine® T-3000 ou diaminas tais como Jeffamine® D-400 e Jeffamine® D-2000. As polieteraminas úteis podem possuir uma estrutura de repetição de poliéter e podem variar no peso molecular de em torno de 200 a em torno de 5000 g/mol. A formação de retículo destas
25 construções pode levar a produtos com excelente flexibilidade e resistência a impacto.

Em uma modalidade, o agente de formação de retículo pode incluir aminas cicloalifáticas modificadas derivadas a partir de 3-aminometil-3,5,5-trimetil ciclo-hexil amina
30 (IPDA). Elas produzem produtos reticulados com uma taxa de

cura rápida, e são adequadas para operações à baixa temperatura. Os produtos reticulados compreendendo derivados de IPDA provêem uma resistência muito boa a produtos químicos, solventes comuns e água.

5 Em uma modalidade, o agente de formação de retículo pode ser uma amina aromática. Os grupos amina são separados por anéis de benzeno rígidos ao invés de por cadeias flexíveis de moléculas, como nas aminas alifáticas. Os polímeros produzidos com aminas aromáticas podem possuir
10 boas propriedades físicas como resistência a impacto, bem como alta resistência a calor e produtos químicos, particularmente quando eles forem formulados com resinas do tipo novolac de epóxi. Esses produtos reticulados também podem exibir alta resistência à temperatura e podem possuir
15 boa resistência à água. As aminas aromáticas podem compreender produtos comerciais tais como as fenalcaminas disponíveis a partir da Cardolite Corporation (Newark, NJ) e podem incluir Lite-2002, NC-558, NC-540, NC-541, NC-546, NC-549 e NC-550.

20 Alguém de conhecimento na técnica deve apreciar que a relação equivalente molar do monômero lipofílico para o agente de formação de retículo selecionado (LM:CLA) afetará a extensão de formação de retículo obtida. Através de uma variação de rotina da relação equivalente molar LM:CLA,
25 alguém de conhecimento na técnica deve ser facilmente capaz de determinar a relação equivalente molar apropriada para a obtenção de um gel desejado. Em uma modalidade, a relação pode ser selecionada para uma formação de retículo alta, que pode levar a estruturas de gel mais duras.

30 **Preparação de Gel**

Em uma modalidade, o gel é formado pela mistura do monômero lipofílico com o agente de formação de retículo em um solvente apropriado. Os solventes que podem ser apropriados podem compreender óleos à base de lama para uso em aplicações de poço abaixo e podem incluir óleo mineral, diesel e óleos sintéticos.

Alguém de conhecimento comum na técnica reconheceria que as relações ótimas para o monômero lipofílico e os agentes de formação de retículo podem variar, dependendo das estruturas exatas e das propriedades desejadas do gel. Em uma modalidade, a relação de peso de monômero lipofílico para agente de formação de retículo pode variar a partir de uma faixa de em torno de 1:2 a em torno de 2:1, e de em torno de 1,5:1 a 1:1,5 em uma outra modalidade, e a partir de em torno de 1,2:1 a 1:1,2 em ainda uma outra modalidade. A quantidade de agente de formação de retículo pode afetar a dureza do gel resultante. Por exemplo, em algumas modalidades, para um peso constante de monômero lipofílico, um aumento da quantidade de agente de formação de retículo pode resultar em um peso específico de agente de formação de retículo mais alto e, portanto, em um gel mais duro.

Alguém de conhecimento na técnica também reconheceria que o volume ótimo do agente de formação de retículo em relação ao volume total do gel pode variar, dependendo das propriedades desejadas do gel. Em uma modalidade, o percentual volumétrico do agente de formação de retículo em relação ao volume total do gel compreende aproximadamente de 10 a 40 por cento em volume. Em uma outra modalidade, o percentual volumétrico do agente de formação de retículo em relação ao volume total do gel é de aproximadamente 15 a 30

por cento em volume.

Temperatura de Envelhecimento

Em algumas modalidades, o monômero lipofílico e o agente de formação de retículo podem ser reagidos a uma temperatura de -50 a 300 °C. Em outras modalidades, o monômero lipofílico e o agente de formação de retículo podem ser reagidos a uma temperatura de 25 a 250 °C; a partir de 50 a 150 °C em outras modalidades; e a partir de 60 a 100 °C em ainda outras modalidades. Em certas modalidades, a temperatura de reação determina a quantidade de tempo requerida para uma formação de gel.

Tempo Requerido para a Formação de Gel

As modalidades dos géis mostradas aqui podem ser formadas pela mistura de um monômero lipofílico com um agente de formação de retículo. Em algumas modalidades, um gel pode se formar imediatamente quando da mistura do monômero lipofílico e do agente de formação de retículo. Em outras modalidades, um gel pode se formar em 1 minuto de mistura; em 5 minutos de mistura em outras modalidades; em 30 minutos de mistura em outras modalidades. Em algumas modalidades, um gel pode se formar em 1 hora de mistura; em 8 horas em outras modalidades; em 16 horas em outras modalidades; em 80 horas em outras modalidades; em 120 horas em ainda outras modalidades.

pH

Em algumas modalidades, o monômero lipofílico e o agente de formação de retículo podem ser reagidos em um meio tendo um pH maior do que 4. Em outras modalidades, o monômero lipofílico e o agente de formação de retículo podem ser reagidos em um meio tendo um pH maior do que 6;

um pH maior do que 7 em outras modalidades; um pH maior do que 8 em outras modalidades; um pH maior do que 9 em ainda outras modalidades.

Os reagentes os quais podem ser usados para ajuste do pH podem incluir hidróxidos de metal alcalino, tais com hidróxido de sódio, hidróxido de potássio, hidróxido de cálcio e hidróxido de rubídio, hidróxidos de lítio, hidróxidos de benziltrimetilamônio e os sais parcialmente neutralizados de ácidos orgânicos, tal como ácido tri-sódio etilenodiaminatetraacético. Em algumas modalidades, o hidróxido de metal alcalino, o agente de ajuste de pH ou tampão pode atuar como um catalisador, efetuando ou melhorando a reação de formação de retículo entre o monômero lipofílico e o agente de formação de retículo.

Em uma outra modalidade, aminas terciárias não de reação podem ser adicionadas para aceleração da reação de epóxi amina. Em algumas modalidades, a amina terciária, tal como triisopropanolamina, pode acentuar o grau de formação de retículo e, assim, a dureza do gel resultante.

Concentração de Solvente

Em algumas modalidades, a viscosidade pode ser variada para a obtenção de um grau desejado de fluxo suficiente para a diminuição do fluxo de água através ou o aumento da capacidade de suporte de carga de uma formação. A viscosidade da solução pode ser variada pelo aumento ou pela diminuição da quantidade de solvente em relação aos agentes de formação de retículo e ao monômero lipofílico, pelo emprego de agentes de viscosificação, ou por outras técnicas comuns na arte.

Em algumas modalidades, a quantidade combinada de

monômero lipofílico e agentes de formação de retículo pode variar de 0,5 a 100 por cento em peso, com base no peso total de solvente na solução. Em outras modalidades, a quantidade combinada de monômero lipofílico e agentes de formação de retículo pode variar de 5 a 100 por cento em peso, com base no peso total de solvente na solução; de 20 a 70 por cento em peso em outras modalidades; de 25 a 65 por cento em peso em ainda outras modalidades. Conforme usado aqui, o peso total de solvente é exclusivo de qualquer água adicionada com reagentes de ajuste de pH.

A viscosidade pode ser medida pelo uso de um Viscosímetro de Brookfield DV -II+. Alguém de conhecimento na técnica apreciará que as medições de viscosidade serão dependentes da temperatura da composição de gel, do tipo de fusão, e do número de revoluções por minuto. As faixas de viscosidade mostradas aqui foram medidas a 20 °C usando-se um Viscosímetro de Brookfield DV -II+ com um fusão LV2. A viscosidade pode ser medida pelo abaixamento do viscosímetro para o centro da amostra até o fusão estar imerso no meio da marca de imersão. Deve-se ter cuidado para não aprisionar ar sob o fusão. O viscosímetro pode ter a partida dada após o ajuste do viscosímetro à rpm desejada. Se mais de uma rpm for para ser usada, o viscosímetro deverá ter a partida dada na rpm desejada mais baixa. Isto reduz a quantidade de cisalhamento introduzido na amostra, resultando em leituras mais acuradas em rpms mais baixas.

Em algumas modalidades, a mistura do agente de geleificação e do agente de formação de retículo pode produzir composições de gel tendo uma viscosidade inicial

que varia de aproximadamente 0,5 N.s/m² a 80 N.s/m² medida a 25 °C, usando-se um fuso LV2 a velocidades de rotação baixas (12 rpm ou menos). Em outras modalidades, a mistura do agente de geleificação e do agente de formação de retículo pode produzir géis tendo uma viscosidade inicial que varia de aproximadamente 1 N.s/m² a 10 N.s/m² medida a 25 °C, usando-se um fuso LV2 a velocidades de rotação baixas (12 rpm ou menos).

O monômero lipofílico e o agente de formação de retículo podem reagir para a formação de contas de gel. Por exemplo, em algumas modalidades, uma formação de conta pode ser efetuada pela agitação da solução. Em outras modalidades, a formação de conta pode ser efetuada pela formação de uma emulsão ou suspensão dos reagentes em água com em torno de 1 a 20% de solvente à base de óleo.

Dureza

A reação do monômero lipofílico e do agente de formação de retículo pode produzir géis tendo uma consistência que varia de uma borra viscosa a um gel duro. Em algumas modalidades, a reação do monômero lipofílico e do agente de formação de retículo pode resultar em um gel elástico macio. Em outras modalidades, a reação pode resultar em um gel bom; em um gel duro em ainda outras modalidades. A dureza do gel é a força necessária para romper a estrutura de gel, a qual pode ser quantificada pela medição da força requerida para uma agulha penetrar na estrutura reticulada. A dureza é uma medida da capacidade do gel de resistir a um grau estabelecido da penetração de uma agulha de teste dirigida para a amostra a uma velocidade constante.

A dureza pode ser medida pelo uso de um Instrumento de Análise de Textura Brookfield QTS-25. Este instrumento consiste em uma sonda de projeto mutável que é conectada a uma célula de carga. A sonda pode ser dirigida para uma amostra de teste a velocidades ou cargas específicas para a medição dos parâmetros a seguir ou propriedades de uma amostra: elasticidade tipo de mola, adesividade, cura, resistência à ruptura, fraturabilidade, resistência a descascamento, dureza, coesividade, relaxamento, recuperação, ponto de explosão de resistência à tração e capacidade de espalhamento. A dureza pode ser medida dirigindo-se uma sonda de face plana cilíndrica de 2,5 mm de diâmetro para a amostra de gel a uma velocidade constante de 30 mm por minuto. Quando a sonda está em contato com o gel, uma força é aplicada à sonda, devido à resistência da estrutura de gel, até ela falhar, o que é registrado através da célula de carga e de um software de computador. Conforme a sonda viaja através da amostra, a força sobre a sonda é medida. A força sobre a sonda pode ser gravada provendo-se uma indicação da dureza geral do gel. Por exemplo, a força de pico inicial pode ser registrada no ponto em que o gel falha pela primeira vez, próximo do primeiro ponto de contato, seguido pelo registro dos valores mais alto e mais baixo medidos após este ponto, onde a sonda está viajando através do volume do gel.

Em uma modalidade, géis não aquosos úteis em aplicações de poço abaixo podem compreender géis com uma dureza que varia de em torno de 68,9 kPa a 48,26 MPa. Em outras modalidades, o gel pode ter uma dureza que varia de em torno de 0,689 MPa a 34,47 MPa e de 2,068 MPa a 13,79

MPa em ainda outras modalidades.

Com respeito às variáveis listadas acima (isto é, temperatura, tempo, etc.), aqueles tendo um conhecimento comum à luz da exposição apreciarão que, pelo uso da presente exposição como um guia, as propriedades podem ser talhadas conforme desejado.

Exemplo 1

Um gel foi sintetizado pela mistura de Cardolite[®] NC-547 e Jeffamine[®] T-5000 em uma relação de 1:1 em óleo mineral e aquecido para 70 °C. Após o aquecimento para 16 horas, um gel firme é formado.

Tabela 1 Efeito de Amina Terciária Adicionada
(Triisopropanolamina)

Monômero Lipofílico	Óleo de Base	Formador de Retículo de Amina	Amina Terciária	Obs. a 70 °C	Obs. a 70 °C	Dureza Após Envelhecimento
Resina Epóxi; 8%	83%	8%	1%	Líq. a 6 h	Gel Elástico 16 h	586,05 KPa
Resina Epóxi; 8%	82%	8%	2%	Líq. a 6 h	Gel Elástico 16 h	1137,63 KPa
Resina Epóxi; 8%	80%	8%	4%	Líq. a 6 h	Gel Elástico 16 h	1503,06 KPa

Exemplo 2

O gel não aquoso a seguir foi formulado para ilustração das características de um gel não aquoso de exemplo:

Tabela 2

Material	Função	Quantidade
DF1	Óleo de base	10 mL
Cardolite NC 547	Agente de geleificação de epóxi	2 mL
Jeffamine T5000	Agente de geleificação de amina trifuncional	2 mL
Triisopropanolamina	Agente de endurecimento de amina terciária	0,2 mL

Cardolite[®] NC-547, Jeffamine[®] T-5000, Triisopropanolamina, e um óleo de base foram misturados com uma concentração equivalente dos aditivos encontrados na

5 Tabela 3:

Tabela 3

Aditivo	Descrição
TRUVIS	Argila organofílica
VERSAGEL SUPREME (VGS)	Argila organofílica
VERSACLEAN VB (VB)	Tensoativo de fluido à base de óleo
VERSACLEAN FL (FL)	Tensoativo de fluido à base de óleo
SUREMUL EH	Tensoativo de fluido à base de óleo

As concentrações de barita foram adicionadas a um peso específico de fluido de 10, 12 e 14 libras por galão (ppg) (1,198, 1,438 e 1,677 g/cm³). A mistura então foi
 10 envelhecida dinamicamente a 76 °C (170 °F) por uma hora. Após isso, a mistura foi deixada estática a 76 °C (170 °F) e o tempo para geleificação foi registrado. A Tabela 4 detalha os resultados:

Tabela 4

Aditivo	30 min dinâm.	60 min dinâm.	2.5 h estát.	3 h estát.	4 h estát.	Pico Inicial	Dureza em Volume
Controle	Líquido	Líquido	Gel fraco	Gel	Gel	126	24-146
5 ppb de Truvis	Líquido	Líquido	Gel méd.	Gel	Gel	210	76-234
10 ppb de Truvis	Líquido	Líquido	Gel méd.	Gel	Gel	247	30-240
5 ppb de VGS	Líquido	Líquido	Gel méd.	Gel	Gel	242	34-193
10 ppb de VGS	Líquido	Líquido	Gel méd.	Gel	Gel	161	90-215
5 ppb de Cal	Líquido	Líquido	Gel méd.	Gel	Gel	166	102- 355
10 ppb de Cal	Líquido	Líquido	Gel méd.	Gel	Gel	228	140- 432
2,5 cada VB/FL	Líquido	Líquido	Líquido	Gel fraco	Gel	157	22-119
5 cada VB/FL	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Gel fraco	160	43-196
5 ppb de Suremul EH	Líquido	Líquido	Líquido	Gel fraco	Gel	147	65-146
10 ppb de Suremul EH	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Gel fraco	122	33-83
Barita a 10 ppg	Líquido	Líquido	Gel**	Gel	Gel	175	84-300
Barita a 12 ppg	Líquido	Líquido	Gel**	Gel	Gel	196	115- 527
Barita a	Líquido	Líquido	Gel**	Gel	Gel	339	178-

14 ppg							764
Salmoura a 90:10 OWR	Líquido	Líquido	Viscoso*	Gel fraco	Gel	138	46-157
Salmoura a 80:20 OWR	Líquido	Líquido	Viscoso*	Gel fraco	Gel	79	15-113
Salmoura a 60:40 OWR	Líquido	Líquido	Viscoso*	Gel fraco	Gel	79	33-115

Nota: * = separado em duas fases - agitado até ser homogêneo

** = barita abatida para fora

$$1 \text{ ppg} = 0,1198 \text{ g/cm}^3$$

A argila organofílica melhora a resistência de gel,
 5 enquanto cal e barita aumentam a dureza de gel. O aumento de dureza a partir da presença de cal poderia ser atribuído a sua natureza fortemente básica, o que ajuda a promover as reações de epóxi-amina, desse modo resultando em uma formação mais ligada e um gel mais duro. Este efeito
 10 poderia ocorrer mesmo que a cal não fosse solúvel em água. A barita se depositou na formulação de gel devido à ausência de organoargila e agentes de umedecimento de óleo. Isto indica a necessidade de se ter uma viscosidade suficiente para colocar em suspensão partículas sólidas
 15 adicionadas ao fluido. Os tensoativos à base de óleo não afetaram dramaticamente a resistência de gel. Níveis altos de salmoura (acima de 10%) reduziram a resistência do gel, embora as amostras ainda geleificassem. Estes resultados significam a compatibilidade do monômero lipofílico e do
 20 agente de formação de retículo com componentes de fluido à base de óleo.

Exemplo 3

A Tabela 5 detalha um gel não aquoso formulado para

ilustração da viscosidade de uma formulação de gel de exemplo.

Tabela 5

Aditivo	Quantidade	g ou ml	Função
DF1	90	ml	Óleo de Base
VERSAGEL SUPREME	2,3	g	Organoargila
JEFFAMINE T5000	45	ml	Polímero de amina trifuncional
CARDOLITE NC547	45	ml	Resina de polímero epoxidado
Triisopropanolamina	0,3	ml	Endurecedor de amina terciária
STARCARB	60	g	Sólido de formação de ponte
FORDACAL 60	41,2	g	Sólido de formação de ponte
G-SEAL	18,8	g	Sólido de formação de ponte

Os componentes na Tabela 5 foram misturados e testados antes da geleificação. A viscosidade foi medida usando-se um Viscosímetro de Brookfield DV - II+ usando um fuso LV2 a 0,3 rpm a 25 °C. A Tabela 6 detalha as faixas de viscosidade típicas para o Viscosímetro de Brookfield DV - II+ a 1, 2 e 3 minutos.

Tabela 6

Viscosidade a	(N.s/m ²)
1 min	11,3
2 min	12,3
3 min	13,5

Após isso, um teste de repetição foi conduzido para se verificar a viscosidade da mistura em várias velocidades de rotação. A viscosidade da mistura a 25 °C foi determinada usando-se um fuso LV1. As viscosidades resultantes são listadas na Tabela 7.

Tabela 7

Viscosidade (N.s/m ²)		
Velocidade de rotação (rpm)	0,3	1
Formulação de Gel	8	11,5

Exemplo 4

A formulação a seguir na Tabela 8 ilustra a viscosidade de uma formulação de gel de exemplo compreendendo 10,5 ppg (1,258 g/cm³) de carbonato:

5

Tabela 8

Produto	Gravidade específica	Peso	Volume	Função
Diesel	0,840	113,82	135,51	Óleo de Base
VERSAGEL SUPREME	1,700	4,50	2,65	Viscosificante de Organoargila
CARDOLITE NC547	0,900	60,98	67,75	Resina de polímero epoxidado
JEFFAMINE T5000	1,003	67,96	67,75	Polímero de amina trifuncional
Triisopropanolamina	1,010	4,56	4,52	Endurecedor de amina terciária
SAFECARB 40	2,680	119,00	44,40	Sólido de formação de ponte
SAFECARB 250 (combinação)	2,680	20,00	7,46	Sólido de formação de ponte
SAFECARB 500 (combinação)	2,680	25,00	9,33	Sólido de formação de ponte
G-SEAL	2,250	25,00	11,11	Sólido de formação de ponte

Os componentes listados na Tabela 8 foram misturados e a viscosidade foi medida antes da geleificação da mistura. A viscosidade foi medida usando-se um Viscosímetro de

Brookfield DV - II+ usando um fuso LV1 a 0,3 rpm a 25 °C. A Tabela 9 detalha a viscosidade resultante, medida a 1, 2 e 3 minutos.

Tabela 9

Tempo	1 min	2 min	3 min
	Fora de escala na velocidade mais baixa	Fora de escala na velocidade mais baixa	Fora de escala na velocidade mais baixa
Fuso 1			
Fuso 3 a 0,3 rpm	21.000	23.000	24.000

5 **Exemplo 5 da Viscosidade de uma Formulação Compreendendo Concentrações de Diesel Variáveis**

A formulação a seguir na Tabela 10 ilustra a viscosidade de uma formulação compreendendo 10,5 ppg (1,258 g/cm³) de barita e 45% de diesel:

10

Tabela 10

Produto	Gravidade específica	Peso	Volume	Função
Diesel	0,840	109,37	130,20	Óleo de Base
VERSAGEL SUPREME	1,700	3,00	1,76	Viscosificante de Organoargila
CARDOLITE NC547	0,900	71,61	79,57	Resina de polímero epoxidado
JEFFAMINE T5000	1,003	83,00	79,57	Polímero de amina trifuncional
Triisopropanolamina	1,010	5,36	5,30	Endurecedor de amina terciária
Barita	4,200	78,50	18,69	Agente de Aumento de Peso
STARCARB	2,680	65,00	24,25	Sólido de formação

				de ponte
G-Seal (Combinação)	2,250	25,00	11,11	Sólido de formação de ponte

Os componentes listados na Tabela 10 foram misturados e a viscosidade foi medida antes da geleificação da mistura. A viscosidade foi medida usando-se um Viscosímetro de Brookfield DV - II+ usando um fuso LV2 a 0,3 rpm a 25 °C. A Tabela 11 detalha a viscosidade resultante, medida a 1, 2 e 3 minutos.

Tabela 11

Tempo	1 min	2 min	3 min
Viscosidade			
(N.s/m ²)	31,393	33,300	35,200

A formulação a seguir na Tabela 12 ilustra a diferença de viscosidade quando a concentração de diesel reduzida é reduzida e a concentração de organoargila é aumentada:

Tabela 12

Produto	Gravidade específica	Peso	Volume
Diesel	0,840	101,48	123,00
VERSAGEL SUPREME	1,700	5,20	3,06
CARDOLITE NC547	0,900	67,65	75,17
JEFFAMINE T5000	1,003	83,00	75,17
Triisopropanolamina	1,010	5,36	5,31
STARCARB	2,680	149,50	55,78
G-Seal (Combinação)	2,250	25,00	11,11

Os componentes listados na Tabela 12 foram misturados e a viscosidade foi medida antes da geleificação da mistura. A viscosidade foi medida usando-se um Viscosímetro de Brookfield DV - II+ usando um fuso LV2 a 0,3 rpm a 25

°C. A Tabela 13 detalha as viscosidades resultantes do gel, quando medidas a 1, 2 e 3 minutos.

Tabela 13

Tempo	1 min	2 min	3 min
Viscosidade (N.s/m ²)	88,483	88,781	91,381

Conforme visto acima, a viscosidade da mistura aumenta substancialmente conforme as concentrações de diesel diminuem e o teor de organoargila aumenta.

O gel não aquoso a seguir mostrado na Tabela 14 foi formulado para ilustração da diferença de viscosidade quando a concentração de diesel permanece constante entre a Tabela 12 e a Tabela 14, e a concentração de organoargila é diminuída:

Tabela 14

Produto	Gravidade específica	Peso	Volume
Diesel	0,840	101,48	123,30
Organoargila	1,700	3,50	2,06
Epóxi EMI1060	0,900	67,82	75,35
Amina EMI1061	1,003	83,00	75,35
Acel. EMI1062	1,010	5,36	5,31
STARCARB	2,680	149,50	55,78
G-Seal (Combinação)	2,250	25,00	11,11

Os componentes listados na Tabela 14 foram misturados e a viscosidade foi medida antes da geleificação da mistura. A viscosidade foi medida usando-se um Viscosímetro de Brookfield DV - II+ usando um fuso LV2 a 0,3 rpm a 25 °C. A Tabela 15 detalha as viscosidades resultantes do gel,

quando medidas a 1, 2 e 3 minutos.

Tabela 15

Tempo	1 min	2 min	3 min
Viscosidade (N.s/m ²)	52,000	59,000	60,200

Uma comparação dos valores encontrados nas Tabelas 13 e 15 revela que a viscosidade do gel diminui substancialmente conforme as concentrações do teor de organoargila diminuíram.

Aplicações

Algumas modalidades dos géis mostrados aqui podem ser formadas em um sistema de componente único de uma solução, onde os agentes de formação de retículo são pré-misturados com o monômero lipofílico (material a ser reticulado). O gel então pode ser colocado ou injetado antes da cura. Os tempos de gel podem ser ajustados pelo ajuste da concentração do solvente, dos reagentes e agentes de endurecimento, tal como uma base inorgânica ou uma amina terciária, na solução. Outras modalidades dos géis mostradas aqui também podem ser formadas em um sistema de dois componentes, onde os agentes de formação de retículo e monômeros lipofílicos podem ser misturados separadamente e combinados imediatamente antes de uma injeção. Alternativamente, um reagente, o agente de formação de retículo ou o monômero lipofílico, pode ser colocado no furo de poço ou na região próxima do furo de poço, onde ele pode ser contatado pelo outro reagente, o agente de formação de retículo ou o monômero lipofílico, conforme requerido. Os tempos de gel podem ser ajustados pela variação da relação de reagente, da concentração de

catalisador de amina terciária e da quantidade de solvente.

Uso em Lamas de Perfuração

As modalidades dos géis mostrados aqui podem ser usadas em aplicações incluindo: como um aditivo em lamas de perfuração, em particular lamas à base de óleo, e como um aditivo em pílulas de material de circulação de perda (LCM); tratamentos de aumento de resistência de furo de poço (WB). Alguém de conhecimento comum na técnica reconheceria que os géis mostrados aqui também podem encontrar uso em outras aplicações de poço abaixo, tais como no isolamento de fluidos de obturador e retificações para uma pressão de revestimento sustentada, onde os tratamentos com gel tipicamente podem ser usados.

Os fluidos ou lamas de perfuração tipicamente incluem um fluido de base (por exemplo, água, diesel ou óleo mineral, ou um composto sintético), agentes de aumento de peso (por exemplo, sulfato de bário ou barita pode ser usado), argila bentonita, e vários aditivos que servem a funções específicas, tais como polímeros, inibidores de corrosão, emulsificantes e lubrificantes. Aqueles tendo um conhecimento comum na técnica reconhecerão que existem várias lamas diferentes, e limitações na presente exposição não são pretendidas por uma referência a tipos em particular. Durante uma perfuração, a lama é injetada através do centro da coluna de perfuração até a broca de perfuração e sai no espaço anular entre a coluna de perfuração e o furo de poço, executando, desta maneira, o resfriamento e a lubrificação da broca, do revestimento do poço e o transporte dos cortes de perfuração para a superfície.

Os géis mostrados aqui podem ser usados como um aditivo em uma lama de perfuração. Em uma modalidade, os géis descritos pelos procedimentos acima podem ser incluídos em um furo de poço. Os fluidos de furo de poço
5 podem incluir uma fase contínua oleaginosa, uma fase descontínua não oleaginosa e um gel, conforme mostrado aqui. Alguém de conhecimento comum na técnica apreciaria que as formulações de gel descritas acima podem ser modificadas de acordo com a aplicação desejada. Por
10 exemplo, as modificações podem incluir o grau de formação de retículo e/ou a natureza do polímero reativo de epóxido.

O fluido oleaginoso pode ser um líquido e, mais preferencialmente, é um óleo natural ou sintético e, mais preferencialmente, o fluido oleaginoso é selecionado a
15 partir do grupo que inclui óleo diesel; óleo mineral; um óleo sintético, tais como olefinas hidrogenadas e não hidrogenadas, incluindo polialfaolefinas, olefinas lineares e ramificadas e similares, polidiorganossiloxanos, siloxanos e organossiloxanos, ésteres de ácidos graxos,
20 especialmente éteres alquílicos ramificados e cíclicos, especificamente de cadeia reta, de ácidos graxos, misturas dos mesmos e compostos similares conhecidos por alguém de conhecimento na técnica; e misturas dos mesmos. A concentração do fluido oleaginoso deve ser suficiente de
25 modo que uma emulsão inversa se forme e pode ser menor do que em torno de 99% em volume da emulsão inversa. Em uma modalidade, a quantidade de fluido oleaginoso é de em torno de 30% a em torno de 95% em volume e, mais preferencialmente, de em torno de 40% a em torno de 90% em
30 volume do fluido de emulsão inversa. O fluido oleaginoso em

uma modalidade pode incluir pelo menos 5% em volume de um material selecionado a partir do grupo que inclui ésteres, éteres, acetais, dialquilcarbonatos, hidrocarbonetos e combinações dos mesmos.

5 O fluido não oleaginoso usado na formulação do fluido de emulsão inversa mostrado aqui é um líquido e, preferencialmente, um líquido aquoso. Mais preferencialmente, o fluido não oleaginoso pode ser selecionado a partir do grupo que inclui água do mar, uma
10 salmoura contendo sais dissolvidos orgânicos e/ou inorgânicos, líquidos contendo compostos orgânicos miscíveis em água e combinações dos mesmos. A quantidade do fluido não oleaginoso tipicamente é menor do que o limite teórico necessário para a formação de uma emulsão inversa.
15 Assim, em uma modalidade, a quantidade de fluido não oleaginoso é menor do que em torno de 70% em volume e, preferencialmente, de em torno de 1% a em torno de 70% em volume. Em uma outra modalidade, o fluido não oleaginoso preferencialmente é de em torno de 5% a em torno de 60% em
20 volume do fluido de emulsão inversa. A fase de fluido pode incluir um fluido aquoso ou um fluido oleaginoso, ou misturas dos mesmos. Em uma modalidade em particular, barita revestida ou outros agentes de aumento de peso podem ser incluídos em um furo de poço compreendendo um fluido
25 aquoso que inclui pelo menos um dentre água doce, água do mar, salmoura e combinações dos mesmos.

Os fluidos mostrados aqui são especialmente úteis na perfuração, completação e intervenção em poços subterrâneos de óleo e gás. Em particular, os fluidos mostrados aqui
30 podem encontrar uso na formulação de lamas de perfuração e

fluidos de completação que permitem uma remoção fácil e rápida do bolo de filtro. Essas lamas e fluidos são especialmente úteis na perfuração de poços horizontais em formações portando hidrocarboneto.

5 Os métodos convencionais podem ser usados para a preparação dos fluidos de perfuração mostrados aqui de uma maneira análoga àquelas normalmente usadas, para a preparação de fluidos de perfuração à base de óleo. Em uma modalidade, uma quantidade desejada de fluido oleaginoso, tal como um óleo de base, e uma quantidade adequada do
10 tensoativo descrito acima são misturadas em conjunto e os componentes remanescentes são adicionados seqüencialmente com uma mistura contínua. Uma emulsão inversa pode ser formada por agitação vigorosa, mistura ou cisalhamento do
15 fluido oleaginoso e do fluido não oleaginoso.

Outros aditivos que podem ser incluídos nos fluidos de furo de poço mostrados aqui incluem, por exemplo, agentes de umedecimento, argilas organofílicas, viscosificantes, agentes de controle de perda de fluido, tensoativos,
20 dispersantes, redutores de tensão superficial, tampões de pH, solventes mútuos, diluentes, agentes de diluição e agentes de limpeza. A adição desses agentes deve ser bem conhecida por alguém de conhecimento comum na técnica de formulação de fluidos e lamas de perfuração.

25 Em algumas modalidades, os géis podem formar um bolo de filtro ou um componente de um bolo de filtro que se forma ao longo do furo de poço, conforme a perfuração progredir. Os géis contidos no fluido de perfuração podem ser depositados ao longo do furo de poço por todo o
30 processo de perfuração, potencialmente aumentando a

resistência do furo de poço pela estabilização de formações de folhelho e outras seções encontradas enquanto se perfura. Uma estabilidade melhorada de furo de poço pode reduzir a ocorrência de tubo agarrado, colapso de furo, 5 alargamento de furo, circulação perdida, e pode melhorar o controle do poço.

A estabilidade do furo de poço também pode ser melhorada pela injeção de uma mistura de viscosidade baixa de um monômero lipofílico e um agente de formação de 10 retículo em formações ao longo do furo de poço. A mistura então pode continuar a reagir, aumentando a resistência da formação ao longo do furo de poço mediante a geleificação da mistura.

Em outras modalidades, os géis mostrados aqui podem 15 ajudar na sustentação de resíduos sólidos de paredes de tubulação e através do espaço anular de tubulação. Géis duros circulando através do tubo de perfuração durante uma perfuração podem raspar e limpar o tubo de perfuração, removendo qualquer carepa de tubo, lama, argila ou outras 20 aglomerações que podem ter aderido ao tubo de perfuração ou à tubulação de perfuração. Desta maneira, o tubo de perfuração pode ser mantido livre de obstruções que, de outra forma, poderiam prejudicar a remoção de sólidos perfurados do tubo de perfuração durante uma perfuração.

25 Recuperação Melhorada de Óleo

As modalidades dos géis mostradas aqui podem ser usadas para a melhoria de esforços de recuperação secundária de óleo. Em uma recuperação secundária de óleo, é comum usar um poço de injeção para a injeção de um fluido 30 de tratamento, tal como água ou salmoura, poço abaixo em

uma formação produzindo óleo para se forçar o óleo em direção a um poço de produção. Zonas de furto e outros estratos permeáveis podem permitir que uma alta percentagem do fluido injetado passe através de apenas uma pequena percentagem do volume do reservatório, por exemplo, e assim podem requerer uma quantidade excessiva de fluido de tratamento para o deslocamento de uma alta percentagem de óleo bruto a partir de um reservatório.

Para combater zonas de furto ou zonas de alta permeabilidade de uma formação, as modalidades dos géis mostradas aqui podem ser injetadas na formação. Os géis injetados na formação podem restringir, parcial ou totalmente, o fluxo através das zonas altamente condutivas. Desta maneira, os géis podem efetivamente reduzir rotas de canalização através da formação, forçando o fluido de tratamento através de zonas menos porosas e potencialmente diminuindo a quantidade de fluido de tratamento requerida e aumentando a recuperação de óleo do reservatório.

Em outras modalidades, os géis também podem ser formados *in situ* dentro da formação, para combate das zonas de furto. Monômeros lipofílicos podem ser injetados na formação, permitindo que os monômeros lipofílicos penetrem mais na formação do que se um gel fosse injetado. Os agentes de formação de retículo então podem ser injetados, fazendo-se com que os monômeros lipofílicos previamente injetados formem retículo dentro da formação. Pela formação dos géis *in situ* na formação, pode ser possível evitar uma canalização que poderia ter ocorrido de outra forma mais na formação, tal como quando o fluido de tratamento atravessa de volta para a zona de furto logo após se desviar dos géis

injetados, conforme descrito acima.

Pílulas de LCM

Conforme mencionado acima, os géis mostrados aqui podem ser usados como um componente em um fluido de perfuração. Os géis podem formar parte de um bolo de filtro, minimizando a infiltração de fluidos de perfuração em formações subterrâneas e revestindo o furo de poço. Como um outro exemplo, as modalidades de géis mostradas aqui podem ser usadas como um componente em pílulas de material de circulação de perda (LCM) que são usadas quando problemas de infiltração ou perda de circulação excessiva são encontrados, requerendo uma concentração mais alta de aditivos de circulação de perda. As pílulas de LCM são usadas para se evitar ou diminuir uma perda de fluidos de perfuração para formações subterrâneas porosas encontradas durante uma perfuração.

Em algumas modalidades, o agente de formação de retículo e o monômero lipofílico / material podem ser misturados antes da injeção da pílula na formação perfurada. A mistura pode ser injetada enquanto se mantém uma viscosidade baixa, antes de uma formação de gel, de modo que o gel possa ser formado poço abaixo. Em outras modalidades, o material de geleificação e o agente de formação de retículo podem ser injetados na formação em disparos separados, misturando-se e reagindo para a formação de um gel *in situ* (na formação seguindo-se à injeção dos disparos de pílula de LCM). Desta maneira, uma formação de gel prematura pode ser evitada.

Por exemplo, uma primeira mistura contendo um monômero lipofílico pode ser injetada no furo de poço e na zona de

circulação perdida. Uma segunda mistura contendo um agente de formação de retículo e/ou um modificador de pH pode ser injetada, fazendo com que o monômero lipofílico forme um retículo *in situ* até o ponto em que o gel se expande no tamanho. O gel expandido e endurecido pode tamponar fissuras e zonas de furto, fechando a zona de circulação perdida.

As vantagens da presente exposição podem incluir um gel não aquoso com excelente capacidade para variação das propriedades de gel, com base em uma variedade de aplicações. Tempos de geleificação, temperaturas e propriedades físicas ajustáveis do gel resultante podem ser selecionados para uma aplicação desejada em particular. O gel não aquoso pode ser escolhido para uma dureza apropriada. Adicionalmente, sistemas de epóxi baseados em cardanol tendem a serem flexíveis, resistentes a impacto e exibir excepcional resistência de ligação e baixa toxicidade e volatilidade.

Embora a invenção tenha sido descrita com respeito a um número limitado de modalidades, aqueles versados na técnica, tendo o benefício desta exposição, apreciarão que outras modalidades podem ser divisadas, as quais não se desviam do escopo da invenção, conforme mostrado aqui. Assim sendo, o escopo da invenção deve ser limitado apenas pelas reivindicações em anexo.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de tratamento de uma formação do terreno, caracterizado pelo fato de compreender:

5 a injeção de pelo menos um monômero lipofílico na formação do terreno, onde pelo menos um monômero lipofílico é selecionado a partir de um derivado funcionalizado de epóxido de óleo de soja, óleo de linhaça, óleo de semente de colza, óleo de casca de castanha de caju, óleo de perila, óleo de tungue, óleo de oiticica, óleo de açafroa, 10 óleo de papoula, óleo de cânhamo, óleo de semente de algodão, óleo de girassol, triglicerídeos oléicos altos, triglicerídeos de plantas de euforbiácea, óleo de amendoim, óleo de oliva, óleo de caroço de oliva, óleo de amêndoa, óleo de capoque (paina), óleo de avelã, óleo de parte 15 central de abacaxi, óleo de fruto da faixa, óleo de tremoço, óleo de milho, óleo de gergelim, óleo de caroço de unidade de válvula, óleo de lallemantia, óleo de rícino, óleo de arenque, óleo de sardinha, óleo de savelha, óleo de baleia, e óleo de sebo;

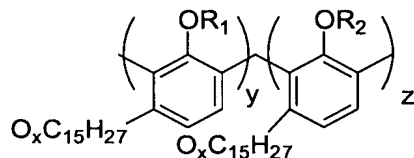
20 a injeção de pelo menos um agente de formação de retículo na formação de terreno, onde pelo menos um agente de formação de retículo compreende pelo menos uma amina primária; e

25 permitir que pelo menos um monômero lipofílico e o agente de formação de retículo reajam na formação de terreno.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de uma quantidade catalítica de amina terciária ser adicionada.

30 3. Método, de acordo com a reivindicação 1,

caracterizado pelo fato de pelo menos um monômero lipofílico compreender derivados dos extratos de óleo de castanha de caju com fórmula:



5

onde x é um inteiro selecionado de 0 a 1;

onde y é um inteiro selecionado de 0 a 5;

onde z é um inteiro selecionado de 1 a 5;

onde R₁ é selecionado a partir de H, alquila, epóxido
10 de alquenila e derivados dos mesmos; e

onde R₂ é selecionado a partir de H, alquila, epóxido
de alquenila e derivados dos mesmos.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1,
caracterizado pelo fato de pelo menos um agente de formação
15 de retículo compreender pelo menos um selecionado a partir
de amins alifáticas, amins aromáticas e amins
cicloalifáticas.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1,
caracterizado pelo fato de as amins alifáticas
20 compreenderem pelo menos uma selecionada a partir de
trietilenotetramina (TETA), dietilenotriamina (DTA),
polieteraminas, polietilenoiminas e etilenodiamina (EDA).

6. Método, de acordo com a reivindicação 1,
caracterizado pelo fato de a relação de peso do monômero
25 lipofílico para o agente de formação de retículo variar de
em torno de 1:2 a em torno de 2:1.

7. Método, de acordo com a reivindicação 1,

caracterizado pelo fato de o monômero lipofílico e o agente de formação de retículo serem injetados simultaneamente.

8. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o monômero lipofílico e o agente de formação de retículo serem injetados sequencialmente.

9. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o tratamento ser pelo menos um selecionado a partir de aumento de resistência de poço, tratamentos de LCM à base de óleo, tratamentos de corte de água, e tratamentos de isolamento de zona.

10. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o gel ter uma viscosidade inicial de pelo menos $0,5 \text{ N.s/m}^2$, medida a 25°C usando-se um fuso LV2 em velocidades de rotação baixas.

11. Método de feitura de um gel não aquoso, caracterizado pelo fato de compreender:

a provisão de uma mistura de pelo menos um monômero lipofílico e pelo menos um agente de formação de retículo em um solvente à base de óleo,

onde pelo menos um monômero lipofílico é selecionado a partir de um derivado funcionalizado de epóxido de óleo de soja, óleo de linhaça, óleo de semente de colza, óleo de casca de castanha de caju, óleo de perila, óleo de tungue, óleo de oiticica, óleo de açafrão, óleo de papoula, óleo de cânhamo, óleo de semente de algodão, óleo de girassol, triglicerídeos oléicos altos, triglicerídeos de plantas de euforbiácea, óleo de amendoim, óleo de oliva, óleo de caroço de oliva, óleo de amêndoa, óleo de capoque (paina), óleo de avelã, óleo de parte central de abacaxi, óleo de fruto da faixa, óleo de tremoço, óleo de milho, óleo de

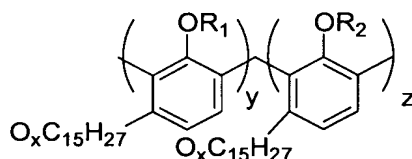
gergelim, óleo de caroço de unidade de válvula, óleo de lallemantia, óleo de rícino, óleo de arenque, óleo de sardinha, óleo de savelha, óleo de baleia, e óleo de sebo; e

5 onde pelo menos um agente de formação de retículo compreende pelo menos uma amina primária; e

permitir que a mistura reaja para a formação de um gel.

12. Método, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de uma quantidade catalítica de amina terciária ser adicionada.

13. Método, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de pelo menos um monômero lipofílico compreender derivados dos extratos de óleo de castanha de caju compreendendo estruturas com fórmula:



onde x é um inteiro selecionado de 0 a 1;

onde y é um inteiro selecionado de 0 a 5;

20 onde z é um inteiro selecionado de 1 a 5;

onde R₁ é selecionado a partir de H, alquila, epóxido de alquenila e derivados dos mesmos; e

onde R₂ é selecionado a partir de H, alquila, epóxido de alquenila e derivados dos mesmos.

25 14. Método, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de pelo menos um agente de formação de retículo compreender pelo menos um selecionado a partir

de aminas alifáticas, aminas aromáticas e aminas cicloalifáticas.

15. Método, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de as aminas alifáticas
5 compreenderem pelo menos uma selecionada a partir de trietilenotetramina (TETA), dietilenotriamina (DTA), polieteraminas, polietilenoiminas e etilenodiamina (EDA).

16. Método, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de a relação de peso do monômero
10 lipofílico para o agente de formação de retículo variar de em torno de 1:2 a em torno de 2:1.

17. Método, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de o gel não aquoso ser formado
poço abaixo.

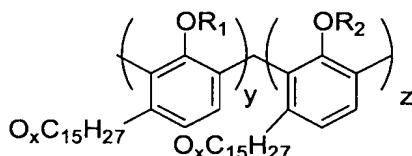
15 18. Gel não aquoso, caracterizado pelo fato de compreender:

pelo menos um monômero lipofílico, onde pelo menos um monômero lipofílico é selecionado a partir de um derivado funcionalizado de epóxido de óleo de soja, óleo de linhaça,
20 óleo de semente de colza, óleo de casca de castanha de caju, óleo de perila, óleo de tungue, óleo de oiticica, óleo de açafrão, óleo de papoula, óleo de cânhamo, óleo de semente de algodão, óleo de girassol, triglicerídeos oléicos altos, triglicerídeos de plantas de euforbiácea,
25 óleo de amendoim, óleo de oliva, óleo de caroço de oliva, óleo de amêndoa, óleo de capoque (paina), óleo de avelã, óleo de parte central de abacaxi, óleo de fruto da faixa, óleo de tremoço, óleo de milho, óleo de gergelim, óleo de caroço de unidade de válvula, óleo de lallemantia, óleo de
30 rícino, óleo de arenque, óleo de sardinha, óleo de savelha,

óleo de baleia, e óleo de sebo; e

pelo menos um agente de formação de retículo, onde pelo menos um agente de formação de retículo compreende pelo menos uma amina primária.

- 5 19. Gel não aquoso, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de pelo menos um monômero lipofílico compreender derivados dos extratos de óleo de castanha de caju compreendendo estruturas com fórmula:



onde x é um inteiro selecionado de 0 a 1;

onde y é um inteiro selecionado de 0 a 5;

onde z é um inteiro selecionado de 1 a 5;

- 15 onde R₁ é selecionado a partir de H, alquila, epóxido de alquenila e derivados dos mesmos; e

onde R₂ é selecionado a partir de H, alquila, epóxido de alquenila e derivados dos mesmos.

- 20 20. Gel não aquoso, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de pelo menos um agente de formação de retículo compreender pelo menos um selecionado a partir de polieteramias solúveis em óleo, polialquilaminas e combinações dos mesmos.

- 25 21. Gel não aquoso, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de pelo menos um agente de formação de retículo compreender pelo menos um selecionado a partir de aminas alifáticas, aminas aromáticas e aminas cicloalifáticas.

22. Gel não aquoso, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de as aminas alifáticas compreenderem pelo menos uma selecionada a partir de trietilenotetramina (TETA), dietilenotriamina (DTA),
5 polieteteraminas, polietilenoiminas e etilenodiamina (EDA).

23. Gel não aquoso, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de a relação de peso do monômero lipofílico para o agente de formação de retículo variar de em torno de 1:2 a em torno de 2:1.

10 24. Gel não aquoso, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de o gel não aquoso ser usado em pelo menos um selecionado dentre aumento de resistência de poço, tratamentos de LCM à base de óleo, tratamentos de corte de água, estabilização de solo, supressão de pó,
15 aditivo de perda de fluido de transferência de calor e tratamentos de isolamento de zona.

25. Gel não aquoso, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de o gel ter uma viscosidade inicial na faixa de aproximadamente 0,5 N.s/m² a 80 N.s/m²
20 medida a 25 °C usando-se um fuso LV2 a velocidades de rotação baixas.

26. Gel não aquoso, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de o gel ter uma dureza na faixa de aproximadamente de 0,689 Mpa a 34,47 Mpa.

25 27. Gel não aquoso, de acordo com a reivindicação 26, caracterizado pelo fato de o gel ter uma dureza na faixa de aproximadamente de 2,068 MPa a 13,79 MPa.

28. Método de tratamento de uma formação de terreno, caracterizado pelo fato de compreender:

30 a injeção de pelo menos um monômero lipofílico e pelo

menos um agente de formação de retículo em uma solução não aquosa e tendo uma viscosidade inicial na faixa de aproximadamente 0,5 N.s/m² a 80 N.s/m² medida a 25 °C usando-se um fuso LV2 a velocidades de rotação baixas; e

5 permitir que pelo menos um monômero lipofílico e pelo menos um agente de formação de retículo reajam na formação do terreno.

29. Método, de acordo com a reivindicação 28, caracterizado pelo fato de a viscosidade estar na faixa de 10 1 N.s/m² a 10 N.s/m² medida a 25 °C usando-se um fuso LV2 a velocidades de rotação baixas.

30. Método, de acordo com a reivindicação 28, caracterizado pelo fato de uma relação de peso de monômero lipofílico para agente de formação de retículo variar de em 15 torno de 1:2 a em torno de 2:1.

31. Método, de acordo com a reivindicação 28, caracterizado pelo fato de pelo menos um monômero lipofílico ser selecionado a partir de pelo menos um dentre éteres poliglicidílicos de cardanol, óleo de rícino, 20 glicerina propoxilada, polipropileno glicol, sorbitol propoxilado e polissulfeto epoxidado.

32. Método, de acordo com a reivindicação 28, caracterizado pelo fato de pelo menos um agente de formação de retículo ser selecionado a partir do grupo que consiste 25 em polieteraminas solúveis em óleo, polialquilaminas e combinações das mesmas.

33. Método, de acordo com a reivindicação 28, caracterizado pelo fato de o volume percentual do agente de formação de retículo em relação ao volume total do gel 30 compreender aproximadamente de 10 a 40 por cento em volume.

RESUMO**GEL NÃO AQUOSO PARA AUMENTO DE RESISTÊNCIA DE FURO DE POÇO**

É mostrado um método de tratamento de uma formação de terreno que inclui a injeção de pelo menos um monômero lipofílico na formação do terreno; onde pelo menos um monômero lipofílico é selecionado a partir de um derivado funcionalizado de epóxido de óleo de soja, óleo de linhaça, óleo de semente de colza, óleo de casca de castanha de caju, óleo de perila, óleo de tungue, óleo de oiticica, óleo de açafroa, óleo de papoula, óleo de cânhamo, óleo de semente de algodão, óleo de girassol, triglicerídeos oléicos altos, triglicerídeos de plantas de euforbiácea, óleo de amendoim, óleo de oliva, óleo de caroço de oliva, óleo de amêndoa, óleo de capoque (paina), óleo de avelã, óleo de parte central de abacaxi, óleo de fruto da faixa, óleo de tremoço, óleo de milho, óleo de gergelim, óleo de caroço de unidade de válvula, óleo de lallemantia, óleo de rícino, óleo de arenque, óleo de sardinha, óleo de savelha, óleo de baleia, e óleo de sebo; a injeção de pelo menos um agente de formação de retículo que compreende pelo menos uma amina primária; e permitir que o monômero lipofílico e o agente de formação de retículo reajam na formação de terreno.