

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

(21) **PI 1101503-9 A2**

(22) Data de Depósito: 12/04/2011  
(43) Data da Publicação: 21/08/2012  
(RPI 2172)



(51) *Int.Cl.:*  
C09K 8/68

**(54) Título:** COMPOSIÇÕES E MÉTODO PARA QUEBRA DE FLUIDOS DE FRATURAMENTO HIDRÁULICO

**(30) Prioridade Unionista:** 12/04/2010 US 12/758,466

**(73) Titular(es):** Clearwater International, L.L.C.

**(72) Inventor(es):** Frank Zamora, Jose L. Garza, Joseph Thompson, Sarkis Ranka Kakadjian

**(57) Resumo:** COMPOSIÇÕES E MÉTODO PARA QUEBRA DE FLUIDOS DE FRATURAMENTO HIDRÁULICO. A presente invenção refere-se a composições para quebra que são descritas para quebra controlada de fluidos de fraturamento reticulados com borato, além de um método para a produção e o uso das mesmas, em que a composição inclui um componente oxidante e um componente éster.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**COMPOSIÇÕES E MÉTODO PARA QUEBRA DE FLUIDOS DE FRATURAMENTO HIDRÁULICO**".

Antecedentes da Invenção

5 Campo da Invenção

A presente invenção refere-se a uma composição para quebra que permite controlar a quebra de fluidos de fraturamento reticulados com borato, além de a um método para a produção e o uso da mesma.

10 Mais especificamente, as concretizações desta invenção referem-se a uma composição para quebra que permite controlar a quebra de fluidos de fraturamento reticulados com borato e a um método para a produção e o uso da mesma, em que a composição inclui um componente oxidante e um componente éster.

Descrição Relacionada da Invenção

15 Uma das principais dificuldades no uso de água oleosa, géis lineares e fluidos reticulados para aplicações em estimulação e fraturamento é encontrar uma composição e/ou método que quebre sob controle tais sistemas viscosificados com polímeros sob as condições no fundo do poço. Os quebradores ideais são aqueles em estado líquido e que podem ser libera-

20 dos sob condições controladas ou controláveis, suficientes para reduzir a viscosidade de um fluido subsuperfície para um valor baixo desejado durante estimulação de formação, ou seja, por um tempo que não seja mais curto nem muito mais longo do que o necessário para concluir a estimulação da formação.

25 Existem muitos quebradores oxidantes eficazes, quebradores ácidos, quebrador de terpenos e quebradores enzimáticos ou combinações destes, quer na forma de material puro, solução, suspensão ou em forma encapsulada que, na maior parte das vezes, quebram o fluido em períodos de tempo mais curtos ou mais longos do que o necessário para concluir a

30 estimulação da formação. Estes quebradores são eficazes somente em intervalos estreitos de temperaturas, os quais não são necessariamente idênticos ou semelhantes a condições no fundo do poço. Esses sistemas foram

introduzidos e amplamente utilizados por empresas prestadoras de serviços, incluindo Halliburton, Schlumberger, BJ Services, Weatherford, MI, Baroid, Baker Hughes, entre outras.

5 A Patente U.S. Nº 5 413 178 descreveu uma composição e método para quebrar fluidos viscosificados com polímeros usando cloreto ou hipocloreto de metal alcalino, o qual libera óxido de cloro em maneira controlável ao fragmentar a estrutura do polímero e diminuir, portanto, a viscosidade dos fluidos viscosificados com polímeros.

10 Historicamente, a quebra dos fluidos de fraturamento reticulados com borato era à base de quebradores oxidantes, introduzidos pela Halliburton, Schlumberger e BJ Services, ou mais recentemente, enzimas e quebradores de éster introduzidos pela BJ Services.

15 A Patente U.S. Nº 5 067 566 descreveu o uso de ésteres com hidrólise lenta e produção de ácidos e, que portanto, quando combinados com enzimas favorece a degradação enzimática da galactomanana em pH abaixo de 9,0. A Patente U.S. Nº 5 413 178 descreveu o uso de sistemas contendo cloreto e hipocloreto como quebradores do tipo oxidante para fluidos viscosificados estabilizados.

20 Embora existam inúmeras composições específicas a serem utilizadas na quebra de fluidos de fraturamento reticulados com borato, ainda existe necessidade no estado da técnica de novos sistemas de quebra, especialmente sistemas de quebra para fluidos de fraturamento com borato, que produzam menos resíduos e diminuam a ocorrência de nova consolidação quando a temperatura ou pH é reduzido.

## 25 Sumário da Invenção

Concretizações da presente invenção proveem um sistema de quebra, incluindo um componente éster que pode ser hidrolisado por tratamento térmico e um componente oxidante, em que os ésteres hidrolisam em intervalo de temperatura entre aproximadamente 100°F (37,7°C) e aproximadamente 260°F (126,6°C) e geram ácidos orgânicos *in situ* e em que o sistema de quebra é adaptado para degradar fluidos de fraturamento reticulados com borato em maneira controlada, ao mesmo tempo em que produ-

zindo menos resíduos e diminuindo a ocorrência de nova consolidação quando a temperatura e/ou o pH são reduzidos. Em certas concretizações, o componente éster inclui uma mistura de ésteres de ácidos dicarboxílicos contendo entre 2 e 20 átomos de carbono.

5                    Concretizações da presente invenção proveem um sistema de quebra incluindo um componente éster, compreendendo uma mistura de ésteres que podem ser hidrolisados por tratamento térmico e um componente oxidante, em que os ésteres hidrolisam em intervalo de temperatura entre aproximadamente 100°F (37,7°C) e aproximadamente 260°F (126,6°C) e  
10                    geram ácidos orgânicos *in situ* e em que o sistema de quebra é adaptado para degradar fluidos de fraturamento reticulados com borato em maneira controlada, ao mesmo tempo em que produzindo menos resíduos e diminuindo a ocorrência de nova consolidação quando a temperatura e/ou o pH são reduzidos. Em certas concretizações, o componente éster inclui uma mistura  
15                    de ésteres de ácidos dicarboxílicos contendo entre 2 e 20 átomos de carbono.

                    Concretizações da presente invenção proveem um método para quebrar fluido de fraturamento reticulado com borato, incluindo adicionar uma quantidade eficaz de um sistema de quebra incluindo um componente  
20                    éster que pode ser hidrolisado por tratamento térmico e um componente oxidante, em que os ésteres hidrolisam em intervalo de temperatura entre aproximadamente 100°F (37,7°C) e aproximadamente 260°F (126,6°C) e geram ácidos orgânicos *in situ* em um fluido de fraturamento reticulado com borato em maneira controlada. O sistema de quebra produz menos resíduo e diminui a ocorrência de nova consolidação quando a temperatura e/ou o pH são  
25                    reduzidos. Em certas concretizações, o componente éster inclui uma mistura de ésteres de ácidos dicarboxílicos contendo entre 2 e 20 átomos de carbono.

                    Concretizações da presente invenção proveem um método para  
30                    fraturar uma formação, incluindo injetar, para dentro de uma formação a ser fraturada, um fluido de fraturamento incluindo uma quantidade eficaz de um sistema de quebra incluindo um componente éster que pode ser hidrolisado

por tratamento térmico e um componente oxidante, em que os ésteres hidrolisam em intervalo de temperatura entre aproximadamente 100°F (37,7°C) e aproximadamente 260°F (126,6°C) e geram ácidos orgânicos *in situ*, e um sistema reticulado com borato em maneira controlada. O sistema de quebra

5 produz menos resíduo e diminui a ocorrência de nova consolidação quando a temperatura e/ou o pH são reduzidos. A quantidade eficaz é aquela suficiente para se obter uma taxa desejada de quebra para quebrar o fluido de fraturamento reticulado com borato. Em certas concretizações, o componente éster inclui uma mistura de ésteres de ácidos dicarboxílicos contendo entre 2 e 20 átomos de carbono.

10

#### Breve Descrição dos Desenhos

A invenção pode ser entendida melhor com referência à descrição detalhada a seguir, juntamente com os desenhos ilustrativos anexados, nos quais elementos iguais são indicados pelos mesmos números:

15 A figura 1 apresenta um traçado de dados de reologia de um sistema de quebra desta invenção em temperatura de conservação de 180°F (82,2 C).

A figura 2 apresenta um traçado de dados de reologia de um sistema de quebra desta invenção em temperatura de conservação de 200°F

20 (93,3 C).

A figura 3 apresenta um traçado de dados de reologia de um sistema de quebra desta invenção em temperatura de conservação de 220°F (104,4°C).

#### Definições Utilizadas na Invenção

25 O termo "gpt" significa galões por mil galões.  
 O termo "gptg" significa galões por mil galões.  
 O termo "pptg" significa libras por mil galões.  
 O termo "% p" significa percentual em peso.  
 O termo "p/p" significa peso em peso.

30 O termo "fraturamento" refere-se ao processo e métodos para fragmentar uma formação geológica, ou seja, a formação rochosa aproximadamente um poço, bombeando fluido em pressões muito altas, a fim de au-

mentar as taxas de produção de um reservatório de hidrocarbonetos. Os métodos de fraturamento desta invenção fazem uso de técnicas de outra forma convencionais, conhecidas no estado da técnica.

O termo "propante" refere-se a uma substância granular suspensa no fluido de fraturamento durante a operação de fraturamento, cuja função é impedir que a formação se feche novamente assim que a pressão é liberada. Propantes cogitados pela presente invenção incluem, entre outros, propantes convencionais familiares para aqueles versados no estado da técnica como, por exemplo, areia, areia com 20-40 *mesh*, areia revestida com resina, bauxita sinterizada, esferas de vidro e materiais semelhantes.

A abreviação "RPM" está relacionada com modificadores de permeabilidade relativa.

O termo "tensoativo" refere-se a um composto solúvel ou parcialmente solúvel que reduz a tensão superficial de líquidos, ou reduz a tensão interfacial entre dois líquidos ou um líquido e um sólido ao se congregarem e orientar-se nessas interfaces.

#### Descrição Detalhada da Invenção

Os inventores descobriram que uma composição ou sistema de quebra para fluidos de fraturamento reticulados com borato pode ser preparado, combinando um componente éster e um componente oxidante, em que o componente éster compreende um ou uma pluralidade de ésteres capazes de se hidrolisarem lentamente. Os inventores descobriram que a composição ou sistema de quebra favorece a liberação de oxigênio, promovendo um mecanismo para quebrar radicais livres do fluido de fraturamento reticulado com borato e que, ao mesmo tempo, reduz ou minimiza a ocorrência de nova consolidação do sistema em gel à medida que o pH decresce abaixo de 9,0 ou a temperatura é reduzida.

Concretizações da presente invenção referem-se a uma composição de quebra para fluido de fraturamento reticulado com borato ou sistema em gel, em que a composição inclui um componente éster e um componente oxidante, adaptados para reduzir a viscosidade de um fluido viscosificado com borato para um valor mais baixo desejado sob condições no fundo

de poço dentro de um período de tempo coincidente com tempo de estimulação de formação, em que a composição quebra o fluido de fraturamento em maneira controlada, produzindo menos resíduo e diminuindo a ocorrência de nova consolidação quando a temperatura e/ou o pH são reduzidos.

- 5 Em certas concretizações, o componente éster inclui uma mistura de ésteres de ácidos dicarboxílicos contendo entre 2 e 20 átomos de carbono.

Concretizações da presente invenção referem-se a uma composição de quebra para fluido de fraturamento reticulado com borato ou sistema em gel, em que a composição inclui um componente éster e um componente oxidante, adaptada para reduzir a viscosidade de um fluido viscosificado com borato para um valor mais baixo desejado sob condições no fundo de poço dentro de um período de tempo coincidente com tempo de estimulação da formação, geralmente entre aproximadamente 30 minutos e 195 minutos, em que a composição quebra o fluido de fraturamento em maneira controlada, produzindo menos resíduos e diminuindo a ocorrência de nova consolidação quando a temperatura e/ou o pH é reduzido. Em certas concretizações, o componente éster inclui uma mistura de ésteres de ácidos dicarboxílicos contendo entre 2 e 20 átomos de carbono.

Concretizações da presente invenção referem-se a um método para quebrar um fluido de fraturamento reticulado com borato, incluindo adicionar uma quantidade eficaz de uma composição de quebra compreendendo um componente éster e um componente oxidante no fluido de fraturamento reticulado com borato, em que esta composição quebra o fluido em maneira controlada reduzindo a viscosidade do fluido sobre um determinado período de tempo, produzindo menos resíduo e diminuindo a ocorrência de nova consolidação quando a temperatura e/ou o pH são reduzidos. Em certas concretizações, o componente éster inclui uma mistura de ésteres de ácidos dicarboxílicos contendo entre 2 e 20 átomos de carbono.

Concretizações da presente invenção referem-se a um método para estimular uma formação, incluindo a etapa de injetar, para dentro de uma formação sob condição de fraturamento, um fluido de fraturamento incluindo uma quantidade eficaz de uma composição de quebra compreen-

dendo um componente éster e um componente oxidante no fluido de fraturamento reticulado com borato, em que esta composição quebra o fluido em maneira controlada reduzindo a viscosidade do fluido sobre um determinado período de tempo, produzindo menos resíduo e diminuindo a ocorrência de nova consolidação quando a temperatura e/ou o pH são reduzidos. Em certas concretizações, o componente éster inclui uma mistura de ésteres de ácidos dicarboxílicos contendo entre 2 e 20 átomos de carbono.

As composições de quebra desta invenção incluem entre aproximadamente 1 gpt a aproximadamente 20 gpt do componente oxidante e entre aproximadamente 0,1 gpt a aproximadamente 5 gpt do componente éster. Em certa concretização, as composições de quebra desta invenção incluem de aproximadamente 2 gpt a aproximadamente 18 gpt do componente oxidante e de aproximadamente 0,5 gpt a aproximadamente 5 gpt do componente éster. Em certa concretização, as composições de quebra desta invenção incluem de aproximadamente 4 gpt a aproximadamente 18 gpt do componente oxidante e de aproximadamente 0,5 gpt a aproximadamente 5 gpt do componente éster. Em certa concretização, as composições de quebra desta invenção incluem de aproximadamente 6 gpt a aproximadamente 18 gpt do componente oxidante e de aproximadamente 0,5 gpt a aproximadamente 5 gpt do componente éster. Em certa concretização, as composições de quebra desta invenção incluem de aproximadamente 8 gpt a aproximadamente 16 gpt do componente oxidante e de aproximadamente 0,5 gpt a aproximadamente 4 gpt do componente éster. Em certa concretização, as composições de quebra desta invenção incluem de aproximadamente 10 gpt a aproximadamente 14 gpt do componente oxidante e de aproximadamente 0,5 gpt a aproximadamente 3 gpt do componente éster. Em certa concretização, as composições de quebra desta invenção incluem de aproximadamente 10 gpt a aproximadamente 14 gpt do componente oxidante e de aproximadamente 0,5 gpt a aproximadamente 2 gpt do componente éster.

As composições de quebra desta invenção incluem um componente oxidante e um componente éster, presentes em razão de gpt entre aproximadamente 4:1 a aproximadamente 20:1. Para temperatura aplicada

de aproximadamente 180°F (82,2°C), a razão é entre aproximadamente 5:1 e aproximadamente 8:1. Para temperatura aplicada de aproximadamente 200°F (93,3°C), a razão é entre aproximadamente 8:1 e aproximadamente 11:1. Para temperatura aplicada de aproximadamente 220°F (104,4°C), a razão é entre aproximadamente 11:1 e aproximadamente 13:1. Estas razões são definidas de modo que o perfil de quebra dos sistemas de quebra seja substancialmente semelhante nestas temperaturas. À medida que a temperatura eleva, a quantidade dos componentes de tipo éster aumenta de modo a ser mantido um perfil de quebra substancialmente semelhante.

Em certas concretizações, a quantidade do componente éster adicionada ao componente oxidante é suficiente para se obter um perfil de quebra, incluindo tempo para quebra e viscosidade máxima do fluido de fraturamento, substancialmente idêntica independentemente da temperatura, em que substancialmente significa que o tempo para quebra e a viscosidade máxima do fluido de fraturamento se enquadrem em aproximadamente 20% para cada temperatura. Em outras concretizações, o tempo para quebra e a viscosidade máxima do fluido de fraturamento estão enquadrados em aproximadamente 15% para cada temperatura. Em outras concretizações, o tempo para quebra e a viscosidade máxima do fluido de fraturamento estão enquadrados em aproximadamente 10% para cada temperatura.

#### Reagentes Adequados

Componentes oxidantes adequados para uso na invenção incluem, entre outros, soluções aquosas de cloreto alcalino. Os componentes oxidantes estão presentes geralmente em quantidade entre aproximadamente 1% em peso e aproximadamente 20% em peso de água. Em certas concretizações, o componente oxidante está presente em quantidade entre aproximadamente 5% em peso e aproximadamente 15% em peso. Cloretos alcalinos exemplares incluem cloretos de lítio, sódio, potássio, rubídio e/ou cério. Em certas concretizações, o componente oxidante compreende uma solução aquosa de cloreto de sódio. Os componentes oxidantes podem incluir também um aditivo selecionado a partir do grupo constituído por aditivo selecionado a partir do grupo constituído por clorato de metal alcalino, clore-

to de metal alcalino, e misturas e combinações destes, em que o metal alcalino inclui lítio, sódio, potássio, rubídio e/ou cézio. Em certas concretizações, o aditivo é selecionado a partir do grupo constituído por clorato de sódio, clorato de potássio, cloreto de sódio, cloreto de potássio, e misturas ou combinações destes. Os aditivos estão geralmente presentes em quantidade entre aproximadamente 0,5% em peso e 10% em peso.

Ésteres adequados para uso o componente éster desta invenção incluem, entre outros, éster de ácido carboxílico ou uma mistura de ésteres de ácidos carboxílicos, em que os ácidos carboxílicos podem conter entre 2 e 20 átomos de carbono, e os grupos éster são grupo carbonila contendo entre 1 e 10 átomos de carbono, em que um ou mais dos átomos de carbono podem ser substituídos por átomo de oxigênio. Em certas concretizações, os ácidos carboxílicos compreendem dicarboxílicos lineares ou ramificados. Em certas concretizações, os ácidos dicarboxílicos são ácidos dicarboxílicos lineares contendo entre 3 e 20 átomos de carbono. Em outras concretizações, os ácidos dicarboxílicos são ácidos dicarboxílicos lineares contendo entre 4 e 10 átomos de carbono. Os ésteres são ésteres carbonílicos contendo entre 1 e 10 átomos de carbono. Em certas concretizações, os ésteres contêm entre 1 e 5 átomos de carbono. Em certas concretizações, o componente éster compreende um éster dicarbonílico de um ácido dicarboxílico ou uma mistura de ésteres dicarbonílicos de ácidos dicarboxílicos. Em outras concretizações, os componentes ésteres compreendem um éster dialquílico de um ácido dicarboxílico ou uma mistura de ésteres dialquílicos de ácidos dicarboxílicos, em que os ácidos dicarboxílicos incluem 3 a 8 átomos de carbono e os grupos alquila incluem 1 a 5 átomos de carbono. Em concretizações, o componente éster compreende uma mistura de ésteres dialquílicos de ácidos dicarboxílicos, em que os ácidos dicarboxílicos incluem 4 a 6 átomos de carbono e os grupos alquila incluem 1 a 2 átomos de carbono. Exemplos de ácidos dialquil dicarboxílicos incluem, entre outros, ácido dimetil malônico (dicarboxílico C3 linear), ácido dietil malônico, ácido etil,metil malônico, ácido dietil malônico, ácido dimetil succínico (dicarboxílico C4 linear), ácido dietil succínico, ácido etil metil succínico, ácido dietil succínico, ácido dimetil glutá-

- rico (dicarboxílico C5 linear), ácido dietil glutárico, ácido etil metil glutárico, ácido dietil glutárico, ácido dimetil adípico (dicarboxílico C6 linear), ácido dietil adípico, ácido etil metil adípico, ácido dietil adípico, ácido dimetil pimélico (dicarboxílico C7 linear), ácido dietil pimélico, ácido etil metil pimélico, ácido dietil pimélico, ácido dimetil subérico (dicarboxílico C8 linear), ácido dietil subérico, ácido etil metil subérico, ácido dietil subérico, ácido dimetil azelaico (dicarboxílico C9 linear), ácido dietil azelaico, ácido etil metil azelaico, ácido dietil azelaico, ácido dimetil sebácico (dicarboxílico C10 linear), ácido dietil sebácico, ácido etil metil sebácico, ácido dietil sebácico e misturas destes.
- 5 Em outras concretizações, o componente éster inclui uma mistura de ésteres C4 a C6 de ácido dicarboxílico linear. Em outras concretizações, o componente éster inclui de aproximadamente 17% em peso a 27% em peso de succinato de dimetila, de aproximadamente 57% em peso a aproximadamente 73% em peso de glutarato de dimetila e de aproximadamente 10%
- 15 em peso a 20% em peso de adipato de dimetila.

- Polímeros hidratáveis solúveis em água para uso em fluidos de fraturamento desta invenção incluem, entre outros, polissacarídeos, poliacrilamidas e copolímeros de poliacrilamida. Polissacarídeos adequados incluem goma de galactomanana e derivados de celulose. Em certas concretizações, os polissacarídeos incluem goma guar, goma de feijão de locustídeo, carboximetil guar, hidroxietil guar, hidroxipropil guar, carboximetil-hidroxipropil guar, carboximetil-hidroxietil guar, hidroximetilcelulose, carboximetil-hidroxietilcelulose e hidroxietilcelulose.
- 20

- O polímero hidratável útil na presente invenção pode ser qualquer um dos polissacarídeos hidratáveis com componentes monossacarídeos galactose ou manose e são familiares para aqueles no setor de serviços em poços. Estes polissacarídeos são capazes de gelificar na presente de um agente reticulante para formar um fluido gelificado. Por exemplo, polissacarídeos hidratáveis adequados são as gomas de galactomanana, tipos de guar e derivados de guar. Exemplos específicos incluem goma guar e derivados de goma guar. Agentes gelificantes adequados são goma guar, hidroxipropil guar e carboximetilhidroxipropil guar. Em certa concretização,
- 25
- 30

os polímeros hidratáveis para a presente invenção são goma guar e carboximetilhidroxipropil guar e hidroxipropil guar. Outras formulações exemplares de fluido de fraturamento estão descritas nas Patentes U.S. N<sup>os</sup> 5 201 370 e 6 138 760, as quais são aqui incorporadas por referência neste pedido de patente.

O polímero hidratável é adicionado ao fluido aquoso em concentrações variando de aproximadamente 0,12% a 0,96% em peso do fluido aquoso. Em certas concretizações, o intervalo para a presente invenção é de aproximadamente 0,3% a aproximadamente 0,48% em peso.

Além de o polímero hidratável, os fluidos de fraturamento da invenção incluem um sistema reticulante com borato. No caso de reticuladores de borato, o agente reticulante é qualquer material que supre íons borato em solução. Dessa forma, o agente reticulante pode ser qualquer fonte conveniente de íons borato, por exemplo, os boratos de metal alcalino e os boratos de metal alcalinoterroso e ácido bórico. Em certas concretizações, o aditivo reticulante é borato de sódio deca-hidratado. Em certas concretizações, este agente reticulante está presente no intervalo de aproximadamente 0,024% a excedente de 0,18% em peso do fluido aquoso. Em certas concretizações, a concentração de agente reticulante está no intervalo de aproximadamente 0,024% a aproximadamente 0,09% em peso do fluido aquoso.

Agentes propantes são tipicamente adicionados à base fluida antes que o agente reticulante seja adicionado. Agentes propantes incluem, por exemplo, grãos de quartzo de areia, esferas de vidro e cerâmicas, fragmentos de casca de noz, grânulos de alumínio e os semelhantes. Os agentes propantes são normalmente utilizados em concentrações entre aproximadamente 1 (0,45) a 8 libras (8,16 kg) por galão (3,79 litros) de composição de fluido de fraturamento, porém concentrações mais altas ou mais baixas podem ser utilizadas conforme necessário. O fluido base pode conter também outros aditivos convencionais, comuns ao setor de serviços de poços como, por exemplo, tensoativos e os semelhantes.

Em uma operação típica de fraturamento, o fluido de fraturamento é bombeado em taxa suficiente para iniciar e propagar uma fratura na

formação e para inserir agentes propantes na fratura. Um tratamento típico de fraturamento seria conduzido hidratando um polímero à base de galactomanana, 0,24% a 0,72% (peso/volume [p/w]), tal como guar, em solução de KCl 2% (p/v). Além de reduzir os micróbios encapsulados, que contribuem para a viscosidade, o fluido de fraturamento pode incluir aditivos tais como o agente reticulante, propante e outros aditivos.

#### Fluidos de Fraturamento

Em geral, um tratamento de fraturamento hidráulico envolve bombear um fluido viscoso sem propante, ou colchão, habitualmente água com alguns aditivos fluidos, para gerar alta viscosidade em um poço mais rápido do que o fluido possa escapar para a formação, de modo a elevar a pressão e a rocha se quebrar, criando uma fratura artificial e/ou alargando uma fratura existente. Após a fratura da formação, um agente propante, geralmente um material sólido, como areia, é adicionado ao fluido para formar uma pasta que é bombeada e introduzida nas fraturas recém-formadas na formação, impedindo-as de se fecharem quando a pressão bombeada é liberada. A capacidade de um fluido base transportar o propante depende do tipo de aditivos viscosificantes adicionados à base de água.

Fluidos de fraturamento à base de água com polímeros solúveis em água adicionados para produzir uma solução viscosificada são amplamente utilizados no estado da técnica de fraturamento. Desde o final da década de cinquenta, mais da metade dos tratamentos de fraturamento é conduzida com fluidos compreendendo gomas guar, polissacarídeos de alto peso molecular compostos por açúcares manose e galactose ou derivados de guar como, por exemplo, hidroxipropil guar (HPG), carboximetil guar (CMG). Carboximetil-hidroxipropil guar (CMHPG). Agentes reticulantes à base de compostos de boro ou boro e um ou mais complexos de titânio, zircônio ou alumínio são tipicamente utilizados para aumentar o peso molecular eficaz do polímero e torná-los melhor adequados para uso em poços de alta temperatura.

Em menor medida, derivados de celulose como hidroxietilcelulose (HEC) ou hidroxipropilcelulose (HPC) e carboximetil-hidroxietilcelulose

(CMHEC) são também utilizados, com ou sem reticuladores. Xantana e escleroglucano, dois biopolímeros, demonstraram excelente capacidade de suspensão de propante, mesmo embora sejam de custo mais alto do que derivados de guar e, portanto, usados com menos frequência. Polímeros e copolímeros de poliacrilamida e poliacrilato são utilizados tipicamente para aplicações em alta temperatura ou como redutores de fricção em baixas concentrações para todos os intervalos de temperatura.

Fluidos de fraturamento à base de água sem polímeros podem ser obtidos usando tensoativos viscoelásticos. Estes fluidos são normalmente preparados misturando, em quantidades apropriadas, tensoativos adequados como, por exemplo, tensoativos aniônicos, catiônicos, não iônicos e zwitteriônicos. A viscosidade de fluidos com tensoativo viscoelástico é atribuída à estrutura tridimensional formada pelos componentes nos fluidos. Quando a concentração de tensoativos em um fluido viscoelástico excede significativamente uma concentração crítica e, na maioria dos casos na presença de um eletrólito, as moléculas do tensoativo se agregam em espécies, como micelas, que podem interagir e formar uma rede exibindo comportamento viscoso e elástico.

O tipo de propante pode ser areia, propantes cerâmicos de resistência intermediária (disponibilizados pela Carbo Ceramics, Norton Propants, etc.), bauxitas sinterizadas e outros materiais conhecidos no setor. Qualquer um destes agentes propantes destas bases pode ser ainda revestido com resina (disponibilizados pela Santrol, Divisão da Fairmount Industries, Borden Chemical, etc.) para aumentar potencialmente a capacidade de aglomeração do propante. Além disso, o propante pode ser revestido com resina, ou um agente de controle de refluxo de propante, tais como fibras, por exemplo, pode ser simultaneamente bombeado. Diferentes taxas de sedimentação podem ser atingidas selecionando propantes que contrastam em uma dessas propriedades, como, por exemplo, densidade, tamanho e concentrações.

Tratamentos "*Waterfrac*" empregam fluidos de baixo custo e baixa viscosidade para estimular reservatórios com permeabilidade muito baixa.

Os resultados relatados foram de êxito (determinados pela produtividade e em termos econômicos) e baseiam-se nos mecanismos de criação de aspe-  
reza (desplacamento de rocha), deslocamento de cisalhamento da rocha e  
alta concentração localizada de propante para criar uma condutividade ade-  
5 quada. O último dos três mecanismos é o mais responsável pela condutivi-  
dade obtida em tratamentos "*waterfrac*". O mecanismo pode ser descrito  
como análogo a madeira se separando em cunha.

Um fluido aquoso de fraturamento pode ser preparado misturan-  
do um polímero hidratável com fluido base aquoso. O fluido base aquoso  
10 pode ser, por exemplo, água ou salmoura. Qualquer equipamento adequado  
para mistura pode ser utilizado para esse procedimento. No caso de mistura  
em batelada, o polímero hidratável e o fluido aquoso são misturados por um  
período de tempo suficiente para formar uma solução hidratada.

Técnicas de fraturamento hidráulico são amplamente emprega-  
15 das para intensificar a produção de petróleo e gás a partir de formações sub-  
terrâneas. Durante o fraturamento hidráulico, fluido é injetado para dentro do  
poço sob alta pressão. Uma vez as pressões naturais do reservatório te-  
nham sido excedidas, o fluido de fraturamento inicia uma fratura na forma-  
ção que geralmente continua crescendo durante o bombeio. Quando a fratu-  
20 ra atinge uma largura adequada no transcorrer do tratamento, um agente  
propante é, então, adicionado também ao fluido. O desenho do tratamento  
geralmente requer que o fluido atinja uma viscosidade máxima, à medida  
que este penetra na fratura, que afeta o comprimento e a largura da fratura.  
A viscosidade da maioria dos fluidos de fraturamento é gerada por polissaca-  
25 rídeos solúveis em água, tais como galactomananas ou derivados de celulo-  
se. O emprego de agentes reticulantes, como íons borato, titanato ou de zir-  
cônio, pode aumentar mais ainda a viscosidade. O fluido gelificado pode es-  
tar acompanhado por um agente de sustentação (ou seja, propante), resul-  
tando em posicionamento do propante no interior da fratura assim produzida.  
30 O propante permanece na fratura produzida para impedir o fechamento  
completo da fratura e para formar um canal condutor que se estende do po-  
ço à formação em tratamento quando o fluido de fraturamento é recuperado.

A fim de obter êxito com o tratamento, em certas concretizações, a viscosidade do fluido diminui, finalmente, para níveis que se aproximam daquele de água depois que o propante é posicionado. Isso permite que parte do fluido de tratamento seja recuperada sem produzir quantidades excessivas de propante depois que o poço é aberto e devolvido para produção. A recuperação do fluido de fraturamento é conseguida reduzindo a viscosidade do fluido para um valor mais baixo de modo que este escoe naturalmente, saindo da formação sob a influência de fluidos da formação. Esta redução ou conversão da viscosidade é denominada "quebra" e pode ser conseguida incorporando agentes químicos, denominados "quebradores" no gel inicial.

Certos géis de fraturamento, tais como aqueles à base de polímeros de guar, sofrem quebra natural sem a intervenção de um agente de quebra. No entanto, o tempo de quebra para estes fluidos gelificados é geralmente excessivo e impraticável, estando no intervalo entre mais de 24 horas a um período superior a semanas, meses ou anos, dependendo das condições do reservatório. Dessa forma, com a finalidade de diminuir o tempo de quebra géis utilizados em fraturamento, agentes químicos são habitualmente incorporados no gel e tornam-se parte do próprio gel. Tipicamente, estes agentes são oxidantes ou enzimas cuja atuação é degradar a estrutura polimérica do gel. Na maioria das vezes, a degradação ou "quebra" é causada por agentes oxidantes, como sais de persulfato (utilizados no estado ou encapsulados), sais de cromo, peróxidos orgânicos ou sais de peróxido de metal alcalinoterroso ou de zinco, ou por enzimas.

Além de ser importante existir um mecanismo para quebra do fluido gelificado que facilite a recuperação do fluido e permita ser reiniciada a produção, o momento no qual ocorre a quebra é também de grande importância. Géis que se quebram prematuramente podem provocar a sedimentação do material propante suspenso no gel antes que a distância introduzida na fratura produzida seja suficiente. A quebra prematura pode reduzir também prematuramente a viscosidade do fluido, resultando em largura menor do que a desejada da fratura na formação, aumentando excessivamente a

pressão injetada e fazendo com que o tratamento seja finalizado prematuramente.

Por outro lado, fluidos gelificados que se quebram muito lentamente podem fazer com que a recuperação do fluido de fraturamento a partir da fratura produzida seja lenta, com atraso concomitante para reiniciar a produção de fluidos da formação e comprometendo gravemente a produção prevista de hidrocarbonetos. Dificuldades adicionais podem ocorrer, tais como a tendência do propante de se deslocar da fratura, resultando em fechamento pelo menos parcial e menor eficiência da operação de fraturamento.

5 Em certas concretizações, o gel de fraturamento deve iniciar a quebra quando as operações de bombeio estiverem concluídas. Para finalidades práticas, em certas concretizações, o gel deve estar completamente quebrado em aproximadamente 24 horas da conclusão do tratamento de fraturamento. Géis úteis nesse contexto incluem aqueles descritos nas Patentes U.S. N<sup>os</sup>:

10 3 960 736, 5 224 546, 6 756 345 e 6 793 018, aqui incorporadas por referência neste pedido patente.

Solventes adequados para uso nesta invenção incluem, entre outros, água. O solvente pode ser uma solução aquosa de cloreto de potássio.

20 Polímeros hidratáveis adequados que podem ser utilizados em concretizações da invenção incluem qualquer um dos polissacarídeos hidratáveis que são capazes de formar gel na presença de um agente reticulante. Por exemplo, polissacarídeos hidratáveis adequados incluem, entre outros, gomas de galactomanana, gomas de glucomanana, tipos de guar, derivados de guar e derivados de celulose. Exemplos específicos incluem goma guar,

25 derivados de goma guar, goma de feijão de locustídeo, goma Karaya, carboximetilcelulose, carboximetil-hidroxietilcelulose e hidroxietilcelulose. Em certas concretizações, os agentes gelificantes incluem, entre outros, gomas guar, hidroxipropil guar, carboximetil-hidroxipropil guar, carboximetil guar e

30 carboximetil-hidroxietilcelulose. Polímeros hidratáveis adequados podem incluir polímeros sintéticos, tais como álcool polivinílico, poliacrilamidas, ácido poli-2-amino-2-metil propano sulfônico, além de vários outros polímeros e

copolímeros sintéticos. Outros polímeros adequados são conhecidos por aqueles versados no estado da técnica.

5 O polímero hidratável pode estar presente no fluido em concentrações variando de aproximadamente 0,10% a aproximadamente 5,0% em peso do fluido aquoso. Em certa concretização, um intervalo para o polímero hidratável é de aproximadamente 0,20% a aproximadamente 0,80% em peso.

10 Um agente reticulante adequado pode ser qualquer composto que aumente a viscosidade do fluido por reticulação química, reticulação física ou por quaisquer outros mecanismos. Por exemplo, um polímero hidratável pode ser gelificado pela reticulação do polímero com íons de metal, incluindo boro em combinação com compostos contendo zircônio e titânio. A quantidade utilizada do agente reticulante depende também das condições no poço e do tipo de tratamento a ser efetuado, porém está geralmente no  
15 intervalo de aproximadamente 10 ppm a aproximadamente 1000 ppm de íon de metal do agente reticulante no fluido polimérico hidratável. Em algumas aplicações, o polímero em solução aquosa é reticulado imediatamente quando da adição do agente reticulante para formar um gel altamente viscoso. Em outras aplicações, a reação do agente reticulante pode ser retardada  
20 de modo que a formação do gel viscoso não ocorra até o tempo desejado.

O constituinte de boro pode ser selecionado a partir do grupo constituído por ácido bórico, tetraborato de sódio, e misturas destes. Estes estão descritos na Patente U.S. Nº 4 514 309, minérios à base de borato, tais como ulexita e colemanita. Em algumas concretizações, a composição  
25 do fluido de tratamento de poços pode compreender ainda um propante.

"Quebra prematura", neste relatório descritivo, refere-se a um fenômeno no qual a viscosidade de um gel diminui em medida indesejável, antes que todo o fluido seja introduzido na formação a ser fraturada. Dessa forma, em certas concretizações, a viscosidade do gel deve permanecer no  
30 intervalo de aproximadamente 50% a aproximadamente 75% da viscosidade inicial do gel por pelo menos duas horas de exposição à temperatura operacional prevista. Em certas concretizações, a viscosidade do fluido, durante

sua injeção no reservatório, deve exceder 100 centipoise (cP) a 100 segundos<sup>-1</sup>, conforme determinada em viscosímetro Fann 50 C no laboratório.

"Quebra completa", neste relatório descritivo, refere-se a um fenômeno no qual a viscosidade de um gel é reduzida até tal nível que o gel possa ser expelido da formação pelo fluxo de fluidos formados ou que possa ser recuperado por operação de pistoneio (*swabbing*). Em laboratório, um gel não reticulado completamente quebrado é aquele cuja viscosidade é aproximadamente 10 cP ou menos, conforme medida em viscosímetro modelo 35 Fann equipado com rotor R1B1 e arranjo em balancim com velocidade de rotação de 300 rpm.

O pH de um líquido aquoso contendo polímero hidratável pode ser ajustado para tornar o fluido compatível com um agente reticulante. Em certas concretizações, um material para ajuste de pH é adicionado ao fluido aquoso após a adição do polímero ao fluido aquoso. Materiais típicos para ajuste do pH são ácidos, tampões ácidos, e misturas de ácidos e bases de uso comum. Por exemplo, bicarbonato de sódio, carbonato de potássio, hidróxido de sódio, hidróxido de potássio e carbonato de sódio são agentes típicos para ajuste de pH. Valores de pH aceitáveis para o fluido podem variar de neutros a básicos, ou seja, entre aproximadamente 7 e aproximadamente 14. Em outras concretizações, o pH é entre aproximadamente 8 e aproximadamente 12.

O termo "agente de quebra" ou "quebrador" refere-se a qualquer substância química capaz de reduzir a viscosidade de um fluido gelificado. De acordo com a descrição acima, após um fluido de fraturamento ser formado e bombeado em uma formação subterrânea, é geralmente desejável converter o gel altamente viscoso em um fluido de viscosidade mais baixa. Isso permite que o fluido seja mais fácil e eficientemente retirado da formação, além de permitir o fluxo do material desejado, tal como petróleo ou gás, no poço. Essa redução em viscosidade do fluido de tratamento é comumente denominada "quebra". Consequentemente, a substância química utilizada para quebrar a viscosidade do fluido é denominada agente de quebra ou quebrador.

Existem vários métodos disponíveis para quebrar um fluido de fraturamento ou fluido de tratamento. Tipicamente, os fluidos quebram-se com a passagem do tempo e/ou exposição prolongada a altas temperaturas. No entanto, é desejável ser capaz de prever e controlar a quebra dentro de limites relativamente estreitos. Agentes levemente oxidantes são úteis como quebradores quando um fluido é utilizado em formação com temperatura relativamente alta, embora temperaturas da formação de 300°F (149°C) ou mais altas quebrem em geral o fluido relativamente rápido sem o auxílio de agente oxidante.

Em geral, a temperatura e o pH de um fluido de fraturamento afetam a taxa de hidrólise de um éster. Para operações no interior de poços, a temperatura estática no fundo do poço ("BHST") não consegue ser facilmente controlada ou alterada. O pH de um fluido de fraturamento é habitualmente ajustado para um nível que assegure o devido desempenho do fluido durante o tratamento de fraturamento. Portanto, a taxa de hidrólise de um éster não poderia ser facilmente modificada alterando-se a BHST ou o pH de um fluido de fraturamento. No entanto, a taxa de hidrólise pode ser controlada pela quantidade de éster utilizada em um fluido de fraturamento. Para aplicações em temperaturas mais altas, a hidrólise de um éster pode ser retardada ou atrasada dissolvendo o éster em solvente contendo hidrocarbonetos. Além disso, o tempo de atraso pode ser ajustado selecionando-se ésteres que oferecem mais ou menos solubilidade em água. Por exemplo, para aplicações em temperatura baixa, ésteres policarboxílicos formados por alcoóis de baixo peso molecular, como metanol ou etanol, são recomendados. O intervalo de temperatura quando estes ésteres são utilizados poderia variar de aproximadamente 100°F a aproximadamente 260°F (aproximadamente 37,7°C a aproximadamente 126,6°C). Em outras concretizações, para aplicações em temperaturas mais altas ou tempos de injeção mais prolongados, ésteres formados por alcoóis de peso molecular mais alto devem ser utilizados. Os ésteres de peso molecular mais alto incluem, entre outros, C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub> alcoóis, por exemplo, n-propanol, hexanol e ciclo-hexanol.

Agentes de sustentação ou propantes são tipicamente adiciona-

dos ao fluido de fraturamento antes que a adição de um agente reticulante. No entanto, propantes podem ser introduzidos em qualquer maneira que atinja o resultado desejado. Qualquer propante pode ser utilizado em concretizações da invenção. Exemplos de propantes adequados incluem, entre outros, 5 grãos de quartzo de areia, esferas de vidro e cerâmicas, fragmentos de casca de noz, grânulos de alumínio, grânulos de náilon e os semelhantes. Propantes são tipicamente utilizados em concentrações entre aproximadamente 1 (0,45) a 8 libras (8,16 kg) por galão (3,79 litros) de líquido de fraturamento, embora concentrações mais altas ou mais baixas possam ser também utilizadas como desejado. O fluido de fraturamento pode conter também outros 10 aditivos, como tensoativos, inibidores de corrosão, solventes mútuos, estabilizantes, inibidores de parafina, rastreadores para monitorar o refluxo do fluido e assim por diante.

A composição de fluido de tratamento de poços de acordo com 15 concretizações da invenção possui muitas aplicações úteis. Por exemplo, a composição pode ser utilizada em fraturamento hidráulico, operações de revestimento do poço com cascalho (*gravel packing*), bloqueio contra água, vedadores (*plugs*) temporários para fins de isolar o poço e/ou controlar a perda de fluido e outras operações de completação do poço. Uma aplicação 20 da composição de fluido é usá-la como fluido de fraturamento. Assim sendo, concretizações da invenção proveem também um método para tratar uma formação subterrânea. O método inclui formular um fluido de fraturamento compreendendo um fluido aquoso, um polímero hidratável, um agente reticulante, um agente inorgânico de quebra e um composto éster; e injetar o fluido de fraturamento em um poço para que entre em contato com pelo menos 25 parte da formação sob pressão suficiente para fraturar a formação. Inicialmente, a viscosidade do fluido de fraturamento deve ser mantida em pelo menos 300 cP a 100 segundos<sup>-1</sup> durante a injeção e, posteriormente, deve ser reduzida para menos de 100 cP a 100 segundos<sup>-1</sup>. Depois que a viscosidade do fluido de fraturamento é reduzida para nível aceitável, pelo menos 30 parte do fluido de fraturamento é retirada da formação. Durante o processo de fraturamento, um propante pode ser injetado na formação simultanea-

mente com o fluido de fraturamento. Em certas concretizações, o pH do fluido de fraturamento é em torno ou acima de aproximadamente 7. Em certas concretizações, o pH do fluido de fraturamento varia no intervalo de aproximadamente 8 a aproximadamente 12.

5 Deve ser entendido que o método descrito acima é somente uma maneira para por em prática as concretizações da invenção. As Patentes U.S. a seguir descrevem várias técnicas para conduzir fraturamento hidráulico, as quais podem ser empregadas em concretizações da invenção com ou sem modificações: Patentes U.S. N<sup>os</sup> 6 169 058, 6 135 205, 6 123 394, 6 016 871, 5 755 286, 5 722 490, 5 711 396, 5 551 516, 5 497 831, 5 488 083, 5 482 116, 5 472 049, 5 411 091, 5 402 846, 5 392 195, 5 363 919, 5 228 510, 5 074 359, 5 024 276, 5 005 645, 4 938 286, 4 926 940, 4 892 147, 4 869 322, 4 852 650, 4 848 468, 4 846 277, 4 830 106, 4 817 717, 4 779 680, 4 479 041, 4 739 834, 4 724 905, 4 718 490, 4 714 115, 4 705 113, 15 4 660 643, 4 657 081, 4 623 021, 4 549 608, 4 541 935, 4 378 845, 4 067 389, 4 007 792, 3 965 982 e 3 933 205.

O líquido carreador pode ser geralmente qualquer líquido carreador adequado para uso em poços produtores de petróleo e gás. Em certas concretizações, o líquido carreador é água. O líquido carreador pode compreender água, pode consistir em essencialmente água ou pode consistir em 20 água. Água será tipicamente um importante componente em peso do fluido. A água pode ser potável ou não. A água pode ser salgada ou pode conter outros materiais típicos de fontes de água encontradas em ou perto de campos de petróleo. Por exemplo, é possível utilizar água corrente, salmoura ou 25 até mesmo água à qual qualquer sal, tal como sal de metal alcalino ou sal de metal alcalinoterroso ( $\text{NaCO}_3$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ , etc.) foi adicionado. Em certas concretizações, o líquido carreador está presente em quantidade de pelo menos aproximadamente 80% em peso. Exemplos específicos da quantidade de líquido carreador incluem 80%, 85%, 90% e 95% em peso.

### 30 Experimentos desta Invenção

#### Exemplo 1

Este exemplo ilustra a reologia de uma composição de quebra

desta invenção utilizada com um fluido de fraturamento reticulado com borato a 180°F (82,2°C).

O fluido de fraturamento inclui uma composição de quebra compreendendo 12 gpt (galões/1000 galões) de WBK-145L, um quebrador oxidante contendo solução a 10% p/p de cloreto de sódio disponibilizado pela Clearwater International, LLC de Elmendorf, TX, e 2 gpt de WBK-146L, uma mistura de glutarato de dimetila, succinato de dimetila e adipato de dimetila disponibilizada pela Clearwater International, LLC de Elmendorf, TX e uma composição viscosificante incluindo 1 gpt de WXL-101L, um agente reticulante composto por uma mistura de colematita e ulexita disponibilizado pela Clearwater International, LLC de Elmendorf, TX, e 0,9 gpt de WXL-105L, um agente reticulante compreendendo uma solução de bórax disponibilizado pela Clearwater International, LLC de Elmendorf, TX, e 2 gpt de WGS-160L, um estabilizante de gel disponibilizado pela Clearwater International, LLC de Elmendorf, TX.

#### Exemplo 2

Este exemplo ilustra a reologia de uma composição de quebra desta invenção utilizada com um fluido de fraturamento reticulado com borato a 200°F (93,3°C).

O fluido de fraturamento inclui uma composição de quebra compreendendo 12 gpt de WBK-145L, um quebrador oxidante incluindo uma solução a 10% p/p de cloreto de sódio disponibilizado pela Clearwater International, LLC de Elmendorf, TX, e 1,4 gpt de WBK-146L, uma mistura de glutarato de dimetila, succinato de dimetila e adipato de dimetila disponibilizada pela Clearwater International, LLC de Elmendorf, TX, e uma composição viscosificante incluindo 1 gpt de WXL-101L, um agente reticulante incluindo uma mistura de colematita e ulexita disponibilizada pela Clearwater International, LLC de Elmendorf, TX, 0,9 gpt de WXL-105L, um agente reticulante compreendendo uma solução de bórax disponibilizado pela Clearwater International, LLC de Elmendorf, TX, e 3 gpt de WGS-160L, um estabilizante de gel disponibilizado pela Clearwater International, LLC de Elmendorf, TX.

#### Exemplo 3

Este exemplo ilustra a reologia de uma composição de quebra desta invenção utilizada com um fluido de fraturamento reticulado com borato a 220°F (104,4°C).

O fluido de fraturamento inclui uma composição de quebra compreendendo 12 gpt de WBK-145L, um quebrador oxidante incluindo uma solução a 10% p/p de cloreto de sódio disponibilizado pela Clearwater International, LLC de Elmendorf, TX, e 1 gpt de WBK-146L, uma mistura de glutarato de dimetila, succinato de dimetila e adipato de dimetila disponibilizada pela Clearwater International, LLC de Elmendorf, TX, e uma composição viscosificante incluindo 1 gpt de WXL-101L, um agente reticulante contendo uma mistura de colematita e ulexita disponibilizada pela Clearwater International, LLC de Elmendorf, TX, 0,9 gpt de WXL-105L, um agente reticulante compreendendo uma solução de bórax disponibilizada pela Clearwater International, LLC de Elmendorf, TX, e 3 gpt de WGS-160L, um estabilizante de gel compreendendo uma solução a 85% em peso de tiosulfato disponibilizado pela Clearwater International, LLC de Elmendorf, TX.

Todas as referências citadas neste relatório descritivo são incorporadas por referência neste pedido de patente. Embora a invenção tenha sido descrita com referência às suas concretizações, a partir da leitura desta descrição aqueles versados no estado da técnica poderão apreciar que alterações e modificações podem ser efetuadas, as quais não se distanciam do escopo e do espírito da invenção de acordo com a descrição precedente e as reivindicações anexas.

## REIVINDICAÇÕES

1. Composição de quebra de fluídos de fraturamento reticulados com borato, compreendendo:

5       um componente oxidante, incluindo uma solução aquosa de cloreto de metal alcalino ou uma pluralidade de cloretos de metal alcalino, na ausência ou presença de aditivo oxidante, e

10       um componente éster, incluindo um éster de ácido dicarboxílico ou uma mistura de ésteres de ácidos carboxílicos, em que os ácidos carboxílicos podem conter entre 2 e 20 átomos de carbono e os grupos éster são grupo carbonila contendo entre 1 e 10 átomos de carbono, em que um ou mais dos átomos de carbono podem ser substituídos por átomo de oxigênio, e

em que a razão do componente oxidante para o componente éster é entre aproximadamente 4:1 e aproximadamente 20:1.

15       2. Composição de acordo com a reivindicação 1, em que a solução aquosa dos cloretos de metal alcalino inclui entre aproximadamente 0,5% em peso e aproximadamente 20% em peso dos cloretos de metal alcalino em água.

20       3. Composição de acordo com a reivindicação 1, em que a solução aquosa dos cloretos de metal alcalino inclui entre aproximadamente 5% em peso e aproximadamente 10% em peso dos cloretos de metal alcalino em água.

25       4. Composição de acordo com a reivindicação 1, em que os cloretos alcalinos incluem cloreto de lítio, cloreto de sódio, cloreto de potássio, cloreto de rubídio, cloreto de célio ou misturas destes.

5. Composição de acordo com a reivindicação 2, em que o componente oxidante compreende uma solução aquosa incluindo entre aproximadamente 5% em peso e aproximadamente 10% em peso de cloreto de sódio.

30       6. Composição de acordo com a reivindicação 1, em que o aditivo oxidante é selecionado a partir do grupo constituído por clorato de metal alcalino, cloreto de metal alcalino, e misturas ou combinações destes, em

que o metal alcalino inclui lítio, sódio, potássio, rubídio e/ou cério.

7. Composição de acordo com a reivindicação 1, em que o aditivo oxidante é selecionado a partir do grupo constituído por clorato de sódio, clorato de potássio, cloreto de sódio, cloreto de potássio, e misturas ou combinações destes.

8. Composição de acordo com a reivindicação 7, em que o aditivo está presente em quantidade entre aproximadamente 0,5% em peso e 15% em peso.

9. Composição de acordo com a reivindicação 1, em que os ácidos carboxílicos compreendem dicarboxílicos lineares ou ramificados.

10. Composição de acordo com a reivindicação 9, em que os ácidos dicarboxílicos são ácidos dicarboxílicos lineares contendo entre 3 e 20 átomos de carbono.

11. Composição de acordo com a reivindicação 9, em que os ácidos dicarboxílicos são ácidos dicarboxílicos lineares contendo entre 4 e 10 átomos de carbono.

12. Composição de acordo com a reivindicação 1, em que os grupos éster são grupos carbonila contendo entre 1 e 5 átomos de carbono.

13. Composição de acordo com a reivindicação 1, em que o componente éster compreende éster dicarbonílico de ácido dicarboxílico ou uma mistura de ésteres dicarbonílicos de ácidos dicarboxílicos.

14. Composição de acordo com a reivindicação 1, em que o componente éster compreende éster dialquílico de ácido dicarboxílico ou uma mistura de ésteres alquílicos de ácidos dicarboxílicos, em que os ácidos dicarboxílicos incluem 3 a 8 átomos de carbono e os grupos alquila incluem 1 a 5 átomos de carbono.

15. Composição de acordo com a reivindicação 1, em que o componente éster compreende uma mistura de ésteres dialquílicos de ácidos dicarboxílicos, em que os ácidos dicarboxílicos incluem 4 a 6 átomos de carbono e os grupos alquila incluem 1 a 2 átomos de carbono.

16. Composição de fluido de fraturamento, compreendendo:

Fluidos de fraturamento reticulados com borato, compreendendo gel reti-

culável, agente de reticulação com borato e uma quantidade eficaz de uma composição de quebra, em que a composição de quebra compreende um componente oxidante incluindo uma solução aquosa de cloreto de metal alcalino ou uma pluralidade de cloretos de metal alcalino, na ausência ou presença de aditivo oxidante, e um componente éster compreendendo um éster de ácido carboxílico ou uma mistura de ésteres de ácidos carboxílicos, em que os ácidos carboxílicos podem conter entre 2 e 20 átomos de carbono e os grupos éster são grupo carbonila contendo entre 1 e 10 átomos de carbono, e em que a quantidade eficaz compreende de aproximadamente 1 gpt a aproximadamente 20 gpt do componente oxidante e de aproximadamente 0,1 gpt a aproximadamente 5 gpt do componente éster.

17. Composição de acordo com a reivindicação 16, em que a quantidade eficaz é de aproximadamente 1 gpt a aproximadamente 18 gpt do componente oxidante e de aproximadamente 0,1 gpt a aproximadamente 5 gpt do componente éster.

18. Composição de acordo com a reivindicação 16, em que a quantidade eficaz é de aproximadamente 4 gpt a aproximadamente 16 gpt do componente oxidante e de aproximadamente 0,5 gpt a aproximadamente 4 gpt do componente éster.

19. Composição de acordo com a reivindicação 16, em que a quantidade eficaz é de aproximadamente 8 gpt a aproximadamente 14 gpt do componente oxidante e de aproximadamente 0,5 gpt a aproximadamente 3 gpt do componente éster.

20. Composição de acordo com a reivindicação 16, em que a quantidade eficaz é de aproximadamente 8 gpt a aproximadamente 14 gpt do componente oxidante e de aproximadamente 0,5 gpt a aproximadamente 2 gpt do componente éster.

21. Composição de acordo com a reivindicação 16, em que as quantidades relativas do componente oxidante e do componente éster são ajustadas de modo que o perfil de quebra do fluido seja substancialmente o mesmo ao de um intervalo de temperatura entre aproximadamente 100°F (37,7°C) e aproximadamente 260°F (126,6°C), em que a quantidade relativa

do componente éster diminui à medida que a temperatura aumenta.

22. Método para estimular uma formação, compreendendo:

injetar, em uma formação sob condição de fraturamento, um fluido de fraturamento incluindo um gel reticulável, um agente de reticulação com borato e uma quantidade eficaz de uma composição de quebra, em que a composição de quebra compreende um componente éster e um componente oxidante, em que esta composição quebra a viscosidade do fluido de fraturamento em maneira controlada, reduzindo a viscosidade do fluido sobre um determinado período de tempo, produzindo menos resíduo e diminuindo a ocorrência de nova consolidação quando a temperatura e/ou o pH são reduzidos, e em que os ácidos carboxílicos podem conter entre 2 e 20 átomos de carbono e os grupos éster são grupo carbonila contendo entre 1 e 10 átomos de carbono, e em que a quantidade eficaz compreende de aproximadamente 1 gpt a aproximadamente 20 gpt do componente oxidante e de aproximadamente 0,1 gpt a aproximadamente 5 gpt do componente éster.

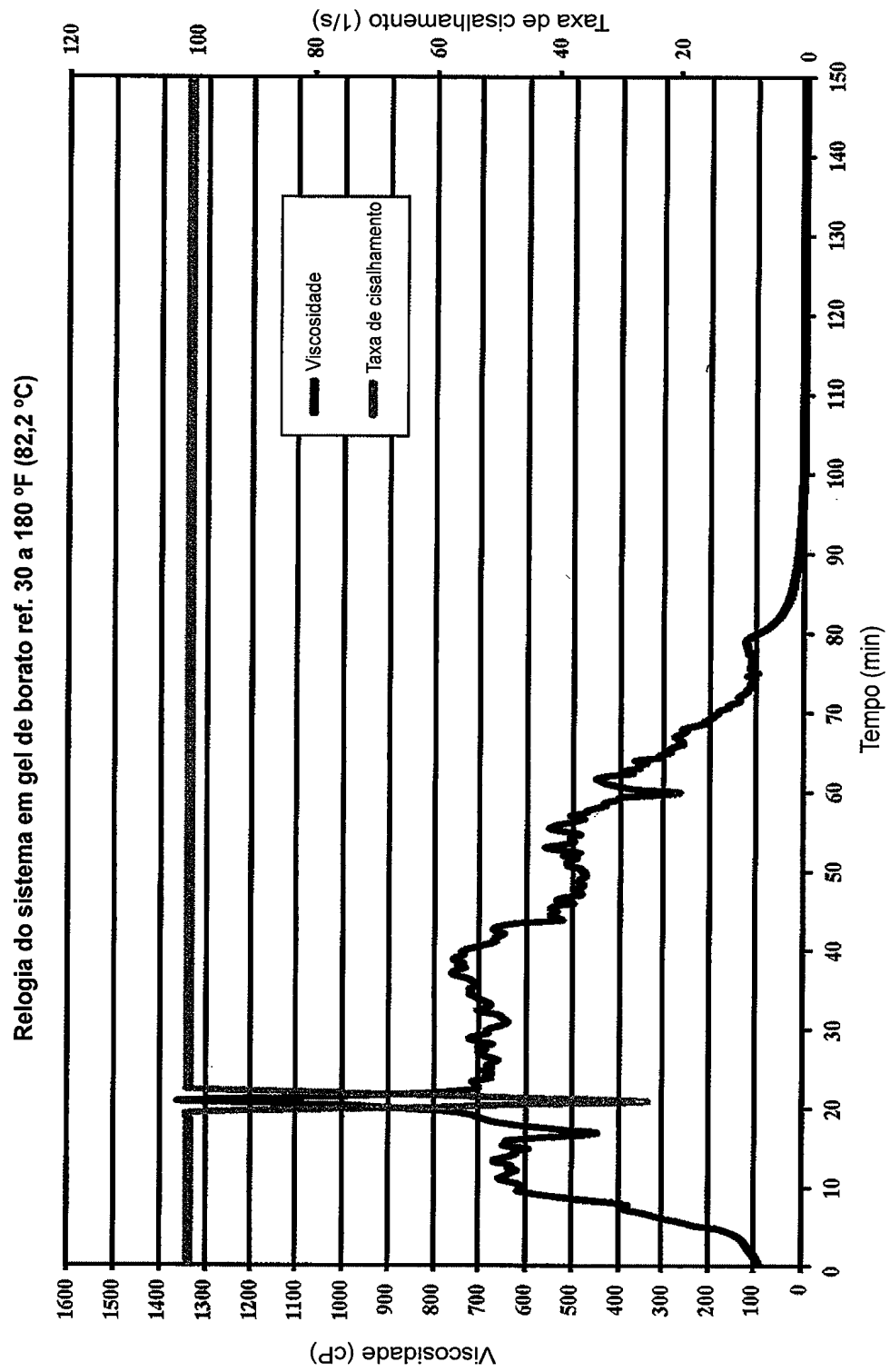


FIG. 1

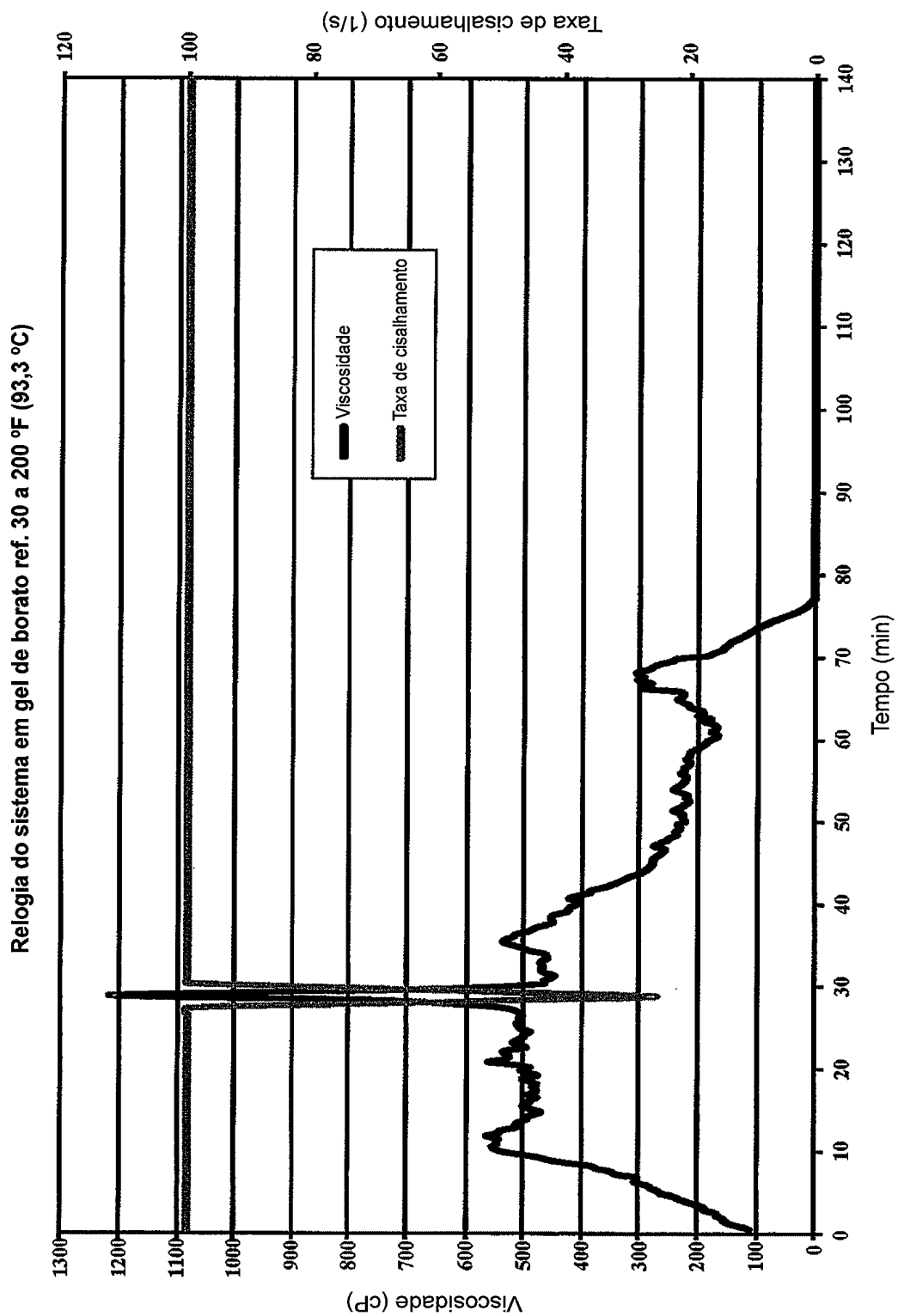


FIG. 2

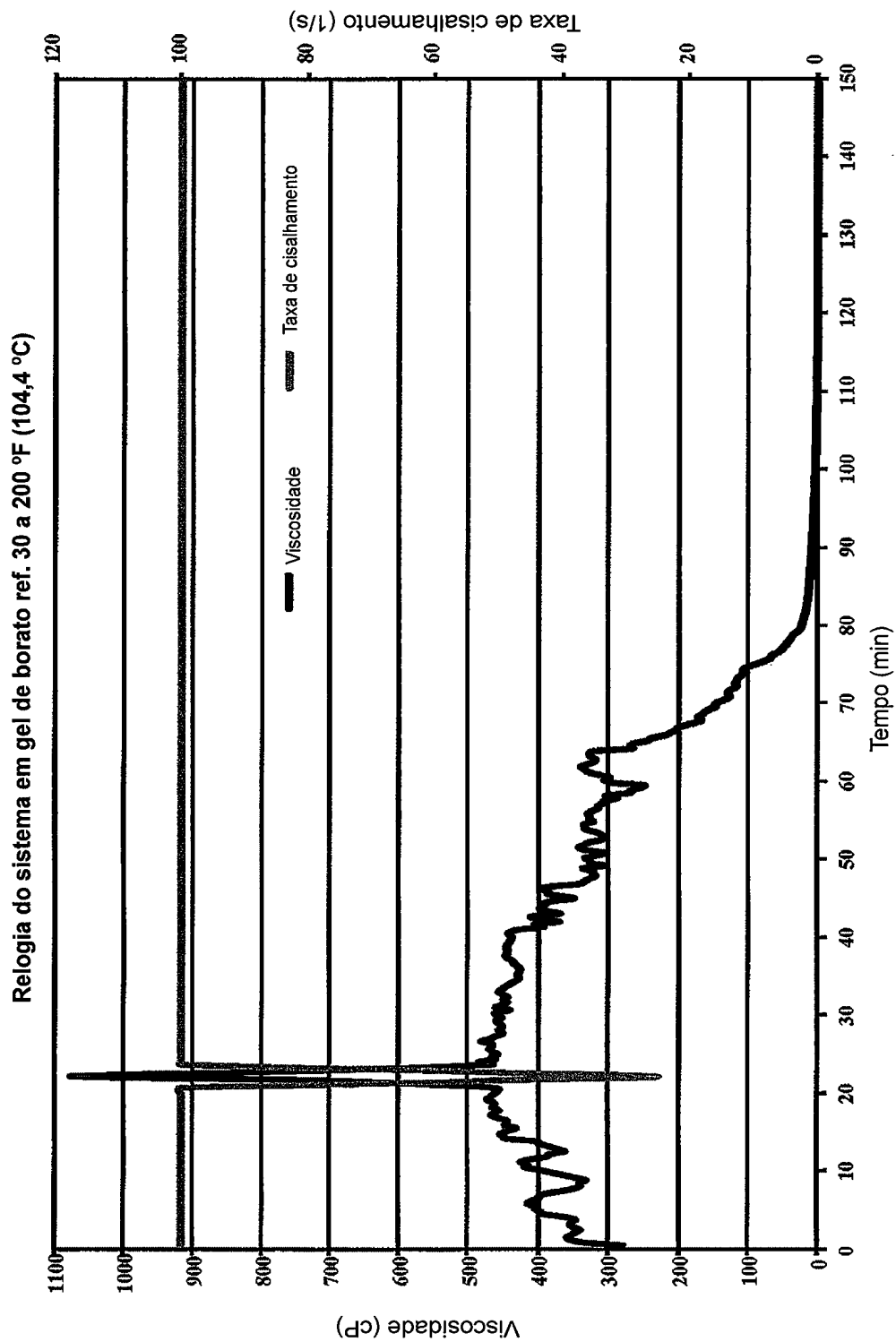


FIG. 3

## RESUMO

Patente de Invenção: **"COMPOSIÇÕES E MÉTODO PARA QUEBRA DE FLUIDOS DE FRATURAMENTO HIDRÁULICO"**.

- 5 A presente invenção refere-se a composições para quebra que são descritas para quebra controlada de fluidos de fraturamento reticulados com borato, além de um método para a produção e o uso das mesmas, em que a composição inclui um componente oxidante e um componente éster.