



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

(21) **PI0707939-7 A2**

(22) Data de Depósito: 15/02/2007
(43) Data da Publicação: 10/05/2011
(RPI 2105)



(51) *Int.Cl.:*

E21B 43/22

E21B 43/25

E21B 43/263

E21B 49/00

(54) Título: **MÉTODOS PARA EXTRAIR UM PRODUTO COM BASE EM QUEROGÊNIO A PARTIR DE UMA FORMAÇÃO DE XISTO DA SUBSUPERFÍCIE E PARA A FRATURA DA FORMAÇÃO DE XISTO DA SUBSUPERFÍCIE, SISTEMA, E, MÉTODO PARA EXTRAIR UM PRODUTO COM BASE EM HIDROCARBONETO A PARTIR DE UMA FORMAÇÃO DE SUBSUPERFÍCIE**

(30) Prioridade Unionista: 16/02/2006 US 60/774337,
25/09/2006 US 60/846982

(73) Titular(es): CHEVRON U.S.A. INC.

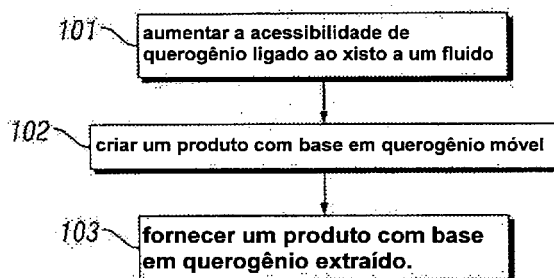
(72) Inventor(es): Craig Taylor, Kirk Hollis, Marcus O. Wigand,
Mark Dean Looney, Robert Steven Lestz, Scott Kinkead

(74) Procurador(es): MOMSEN LEONARDOS & CIA

(86) Pedido Internacional: PCT US2007062252 de 15/02/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/098370 de 30/08/2007

(57) Resumo: METODOS PARA EXTRAIR UM PRODUTO COM BASE EM QUEROGÊNIO A PARTIR DE UMA FORMAÇÃO DE XISTO DA SUBSUPERFÍCIE E PARA A FRATURA DA FORMAÇÃO DE XISTO DA SUBSUPERFÍCIE, SISTEMA, E, METODO PARA EXTRAIR UM PRODUTO COM BASE EM HIDROCARBONETO A PARTIR DE UMA FORMAÇÃO DE SUB SUPERFÍCIE. A presente invenção está direcionada aos métodos para extrair um produto com base em querogênio das formações de xisto (betuminoso) da subsuperfície, em que tais métodos contam com porções de fratura e/ou cascalho das ditas formações a fim de intensificar a sua permeabilidade de fluido e em que tais métodos ainda contam com a modificação química do querogênio ligado ao xisto a fim de torná-lo móvel. A presente invenção também está direcionada aos sistemas para a implementação de pelo menos um dos métodos precedentes. Adicionalmente, a presente invenção também está direcionada a sistemas para implementar pelo menos alguns dos métodos precedentes. Adicionalmente, a presente invenção também está direcionada aos métodos de formações de xisto de subsuperfície de fratura e/ou cascalho e a métodos de modificar quimicamente querogênio in situ a fim de torná-lo móvel.



“MÉTODOS PARA EXTRAIR UM PRODUTO COM BASE EM QUEROGÊNIO A PARTIR DE UMA FORMAÇÃO DE XISTO DA SUBSUPERFÍCIE E PARA A FRATURA DA FORMAÇÃO DE XISTO DA SUBSUPERFÍCIE, SISTEMA, E, MÉTODO PARA EXTRAIR UM
5 PRODUTO COM BASE EM HIDROCARBONETO A PARTIR DE UMA FORMAÇÃO DE SUBSUPERFÍCIE”

REFERÊNCIA CRUZADA COM PEDIDOS RELACIONADOS

Esta invenção foi feita com suporte do governo, sob o número do contato DE-AC51-06NA25 396 concedido pelo United States Department
10 Of Energy. O governo tem certos direitos na invenção.

O presente pedido de Patente reivindica a prioridade dos seguintes pedidos de Patentes condicionais dos Estados Unidos: 60/774,337, depositado em 16 de Fevereiro de 2006; e 60/846,982, depositado em 25 de Setembro de 2006.

15 CAMPO DA INVENÇÃO

Esta invenção diz respeito à métodos de moléculas orgânicas extraídas a partir de recursos de xistos subterrâneos contendo um componente querogênio orgânico, particularmente em que tais métodos envolve uma etapa de aumento da dita acessibilidade dos componentes de querogênio para um
20 fluido.

FUNDAMENTOS

Se os proponentes da teoria de pico de Hubbell estão corretos, a produção de óleo mundial chegará ao ponto máximo em breve, se nada for feito prontamente. Com respeito, o consumo de energia mundial continua
25 aumentando em uma taxa que ultrapassa as novas descobertas de óleo. Como um resultado, as fontes alternativas de devem ser desenvolvidas, bem como novas tecnologias para maximizar a produção e consumo eficiente do óleo. Ver T. Mast. Over a Barrel: A Simple Guide to the Oil Shortage. Greenleaf book Croup, Austin, T.X. 2005.

Particularmente uma fonte alternativa atrativa de energia é o xisto betuminoso, a atratividade ataca primeiramente a partir do fato que o óleo pode ser “extraído” de um xisto e refinado subsequente em uma maneira semelhante a um óleo bruto. As tecnologias envolvem a extração, entretanto, devem ser ainda desenvolvidas antes do xisto betuminoso tornar-se uma fonte viável comercialmente de energia. Ver J.T. Bartis et al. Xisto betuminoso Development in the United States: Prospects and Policy Issues, RAND Corporation, Arlington, VA, 2005.

Os grandes depósitos conhecidos de xisto betuminoso são observados na formação Green River, que cobre porções do Colorado, Utah, e Wyoming. Estimativas na quantidade de óleo recuperável dos depósitos da formação Green River são tão altos quanto 1,1 trilhão de barris de óleo quase quatro vezes das reservas de óleo fornecidas da Arábia Saudita. Nos níveis de consumo dos E.U. a correntes (~ 20 milhões de barris por dia), estes depósitos de xistos podem sustentar o E.U. a. por mais 140 anos (Bartis et al.). Pelo menos, tais recursos de xistos podem moderar o preço do óleo e reduzir a dependência dos E.U.A. no óleo estranho.

O xisto betuminoso tipicamente consiste de um componente inorgânico (primeiramente material carbonáceo, isto é um carbonato) e um componente orgânico (querogênio). O tratamento térmico pode ser utilizado para quebrar (isto é, “craqueamento”) o querogênio em cadeias de hidrocarboneto menores ou fragmentos, que são gás ou líquidos sob condições retorta, e facilitam a separação a partir de um material inorgânico. Estes tratamento térmico do querogênio também é conhecido como “melhora térmica” ou “retorta” e pode ser realizado na superfície ou in situ, onde no caso posterior, os fluidos formados são subsequentemente transportados à superfície.

Em algumas aplicações de superfície retorta, o xisto betuminoso é primeiro extraído ou escavado, uma vez na superfície, o xisto

betuminoso é esmagado e então aquecido (submetido a retorta) para completar o processo de transformação do xisto betuminoso para um óleo bruto algumas vezes referidos como "xisto betuminoso". Ver, por exemplo Shuman et al., Patente U.S. 3.489.672. O óleo bruto é então embarcado para
5 uma refinaria onde é tipicamente requerido etapas de processamento adicionais (além do óleo bruto tradicional) antes da fabricação dos produtos finais tal como gasolina, lubrificante, etc. Nota-se que vários tratamentos de beneficiamento químico também pode ser realizados no xisto antes da retorta. Ver. por exemplo, So et al., Pedido de Patente U.S. 5.091.076.

10 Um método para retorta in situ de depósitos carbonáceos tal como xisto betuminoso foi descrito em Kvapil et al., Pedido de Patente U.S. 4.162.808. Neste método, o xisto é submetido a retorta em uma série de retortas transformadas em cascalho in situ usando combustão (no ar) do material carbonáceo como uma fonte de calor.

15 A Shell Oil Company tem sido desenvolvido novos métodos que usam aquecimento elétrico para o beneficiamento in situ dos hidrocarbonetos de sub-superfície, principalmente em formações de sub-superfícies localizada aproximadamente 200 milhas (320 km) a oeste de Denver, Colorado. Ver, por exemplo, Vinegar et al., Patente U.S. 7.121.342; e
20 Berchenko et al., Patente U.S. 6.991.032. Em tais métodos, um elemento de aquecimento é baixado em um reservatório e deixado ao calor do querogênio durante um período de aproximadamente quatro anos, convertendo lentamente (beneficiamento) em óleos e gases. Que são então bombeados à superfície. Para obter ainda aquecimento, 15 a 25 orifícios de aquecimento
25 podem ser perfurados por acre. Adicionalmente, uma tecnologia de congelamento do solo para estabilizar uma barreira subterrânea em torno do perímetro da zona de extração também é prevista para evitar que a água do solo entre e que os produtos de retorta saiam. Enquanto o estabelecimento de "de paredes congeladas" é uma prática aceitável na engenharia civil, esta

aplicação por xisto betuminoso ainda recupera impactos ambientais não conhecidos. Adicionalmente, o método da Shell é reconhecido como um processo intensivo de energia e requer uma estrutura de tempo longo para estabelecer a produção a partir do xisto betuminoso.

5 Em vista das limitações mencionadas acima dos métodos acima, os métodos de custo simples ou mais efetivos de extração do querogênio a partir do xisto seria extremamente útil.

BREVE DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

10 A presente invenção é geralmente direcionada aos métodos de extração de um produto com base em querogênio a partir das formações de xisto (óleo) de sub-superfície, em que tais métodos contam com porções de fratura e/ou transformação em cascalho das ditas formações de modo a intensificar sua permeabilidade de fluido (por exemplo, fornecendo uma acessibilidade maior de fluido ao querogênio ligado por xisto), e em que tais
15 métodos ainda contam com modificação quimicamente do querogênio ligado por xisto a fim de torná-lo móvel. A presente invenção também é direcionada aos sistemas para implementação de alguns tais métodos. Adicionalmente, até o ponto em que estes são, por si só, novos, a presente invenção também é
20 direcionada aos métodos de formações de xisto de sub-superfície de fratura e/ou redução a cascalho e aos métodos de modificação quimicamente por querogênio in situ a fim de torná-lo móvel.

 Em algumas formas de realização; a presente invenção é direcionada aos métodos para extração de um produto com base em querogênio a partir de uma formação de xisto de sub-superfície
25 compreendendo um xisto de sub-superfície, os métodos compreendem as etapas de: (a) acessibilidade aumentada de querogênio no xisto de sub-superfície para um fluido, em que o xisto de sub-superfície compreende um componente inorgânico em adição ao querogênio; (b) contato do querogênio no xisto de sub-superfície com um fluido de extração para criar um produto

com base de querogênio móvel; e (c) transportar o produto com base de querogênio móvel da formação de xisto de sub-superfície para render um produto com base em querogênio extraído.

Em algumas tais formas de realização de métodos descrito
5 acima, a etapa de acessibilidade aumentada compreende as sub-etapas de: (a) perfurar um poço de injeção revestido na formação de xisto de sub-superfície compreendendo o xisto de sub-superfície; (b) pressurizar e selar subseqüentemente o poço de injeção com um fluido de fase densa para fornecer um poço pressurizado; e (c) despressurizar rapidamente o poço
10 pressurizado para atingir uma pressão reduzida de estado estacionário. Em algumas tais formas de realização, as sub-etapas de pressurizar e despressurizar são repetidas.

Em algumas formas de realização, a presente invenção é
15 direcionada aos métodos para formações de sub-superfícies de xisto de fratura e/ou redução a cascalho que compreende o xisto betuminoso de sub-superfície, em que o xisto de sub-superfície compreende querogênio e um componente inorgânico, e em que a dita fratura, e/ou redução a cascalho intensifica a permeabilidade do fluido do xisto de sub-superfície, os métodos compreendem as etapas de: (a) perfurar um poço de injeção revestido na
20 formação de xisto de sub-superfície compreendendo o xisto de sub-superfície; (b) liberação de uma pasta para o poço de injeção, a pasta compreende um CO₂ líquido e CO₂ sólido, e sela o poço de injeção a fim de estabelecer um poço selado; (c) pressurizar o poço selado para permitir que o CO₂ líquido e o CO₂ sólido dentro do poço selado para formar CO₂ super-crítico, deste modo
25 formando um poço pressurizado, e (d) despressurizar o poço pressurizado para atingir uma pressão reduzida de estado estacionário, pelo qual uma expansão adiabática associada do CO₂ esfria a formação de xisto de sub-superfície e causa tensão térmica ou mecânica dentro da formação que leva a fratura da dita formação. Em algumas tais formas de realização, as etapas de

pressurizar e despressurizar são repetidas até um equilíbrio da pressão seja atingido.

Em algumas formas de realização, a presente invenção é direcionada aos métodos de modificação quimicamente do querogênio dentro do xisto betuminoso a fim de torná-lo móvel e subseqüentemente extraível. Tal modificação química geralmente envolve a quebra de ligações químicas dentro do querogênio (isto é, craqueamento) e/ou entre o querogênio e o componente de xisto inorgânico. Tal modificação química também pode envolver uma deslaminação do querogênio a partir do componente de xisto inorgânico. A capacidade para modificar quimicamente o querogênio nesta maneira é basicamente atribuída na capacidade para aumentar a acessibilidade do querogênio para um fluido que pode afetar uma tal modificação química.

Em algumas formas de realização, a presente invenção é direcionada aos métodos compreendendo a etapa de (a) analisar uma formação de xisto que carrega querogênio de sub-superfície a fim de derivar a informação com respeito ao querogênio contido neste; (b) acessibilidade aumentada do dito querogênio no xisto de sub-superfície para um fluido, em que o xisto de sub-superfície compreende um componente inorgânico em adição ao querogênio; (c) monitorar a acessibilidade aumentada fornecida na etapa (b); (d) contato do querogênio no xisto de sub-superfície com um fluido reativo para criar um produto com base de querogênio móvel, em que o dito fluido reativo é selecionado em vista da informação derivada na etapa (a); e (e) transportar o produto com base de querogênio móvel da formação de xisto de sub-superfície para render um produto com base em querogênio extraído. Opcionalmente, tais métodos ainda podem compreender uma etapa de processamento do produto com base em querogênio extraído.

Em algumas formas de realização, a presente invenção é direcionado aos sistemas que compreendem; (a) um meio para analisar uma formação de xisto que carrega querogênio de sub-superfície a fim de derivar a

informação com respeito ao querogênio contido neste: (b) um meio para acessibilidade aumentada do dito querogênio no xisto de sub-superfície para um fluido, em que o xisto de sub-superfície compreende um componente inorgânico em adição ao querogênio; (c) um meio para monitorar a
5 acessibilidade aumentada fornecida pelos meios (b); (d) um meio de contato do querogênio no xisto de sub-superfície com um fluido reativo para criar um produto com base de querogênio móvel, em que o dito fluido reativo é selecionado em vista da informação derivada pelo meios (a); e (e) um meio para transportar o produto com base de querogênio móvel da formação de
10 xisto de sub-superfície para render um produto com base em querogênio extraído. Opcionalmente, um tal sistema ainda pode compreender um meio para processamento do produto com base em querogênio extraído.

Fornecendo extensão a outros tipos de óleo e/ou gás que carrega as formações, em algumas formas de realização, a presente invenção é
15 direcionada aos métodos para extração de um produto baseado em hidrocarboneto a partir de uma formação de sub-superfície que carrega hidrocarboneto de permeabilidade baixa, os métodos compreendem as etapas de: (a) aumentar a permeabilidade em uma região da formação de sub-superfície para um fluido a fim de estabelecer uma região da permeabilidade
20 intensificada; (b) contato do material de hidrocarbonáceo na região da permeabilidade intensificada com um fluido reativo para criar um produto baseado em hidrocarboneto móvel; e (c) transportar o produto móvel baseado em hidrocarboneto da formação de sub-superfície para render um produto baseado em hidrocarboneto extraído. Em algumas tais formas de realização, a
25 etapa de aumento da permeabilidade compreende as sub-etapas de: (aa) perfurar um poço de injeção revestido na formação de sub-superfície; (ab) pressurizar o poço de injeção com um fluido de fase densa para fornecer um poço pressurizado; e (ac) despressurizar rapidamente o poço pressurizado para atingir uma pressão reduzida de estado estacionário. Em algumas tais

formas de realização posteriores, as sub-etapas de pressurizar e despressurizar são repetidas até um equilíbrio da pressão seja atingida.

5 O precedente antes tem resumido amplamente as características da presente invenção a fim de que a descrição detalhada da invenção que segue possa ser melhor entendida. As características e vantagens adicionais da invenção será descrita a seguir o que forma o assunto das reivindicações da invenção.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

10 Para um entendimento mais completo da presente invenção, e as vantagens deste, a referência é agora feita das seguintes descrições levada em conjunção com os desenhos de acompanhamento, em que:

FIGURA I descreve, em maneira gradual, um método geral de querogênio de sub-superfície modificado quimicamente ligado ao xisto a fim de torná-lo móvel e portanto extraível:

15 FIGURA 2 descreve, em maneira gradual, um método de aumentar a acessibilidade do fluido para o querogênio, de acordo com algumas formas de realização da presente invenção;

20 FIGURA 3 descreve, em maneira gradual, métodos de processamento integrado de extração de um produto com base em petróleo a partir da sub-superfície do xisto betuminoso, de acordo com algumas formas de realização da presente invenção.

FIGURA 4 é um diagrama de fluxo ilustrando um sistema para implementar alguns métodos de processamento integrado das formas de realização da presente invenção, e

25 FIGURA 5 é uma apresentação esquemática como uma formação de xisto de sub-superfície pode ser fraturada, de acordo com alguns sistemas e/ou métodos das formas de realização da presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

1. Introdução

A presente invenção é direcionada aos métodos de extração de um produto com base em querogênio a partir das formações de xisto (óleo) de sub-superfície, em que tais métodos contam com porções de fratura e/ou redução a cascalho das ditas formações de modo a intensificar sua permeabilidade de fluido, e em que tais métodos ainda contam com modificação quimicamente do querogênio ligado ao xisto a fim de torná-lo móvel. A presente invenção também é direcionada aos sistemas para implementação de alguns tais métodos.

2. Definições

O “xisto” como definido neste, geralmente refere-se a “xisto betuminoso” e é um termo geral aplicado a um grupo de rochas bastante ricas em material orgânico (denominado querogênio) para rendimento de petróleo na pirólise e destilação. Tal xisto é geralmente sub-superfície e compreende um componente inorgânico (usualmente carbonato) em adição ao componente de querogênio.

O “querogênio” como definido neste e como mencionado acima, é um componente orgânico do xisto. Em um nível molecular, o querogênio compreende moléculas de peso molecular muito altas que são geralmente insolúveis em virtude de seu peso molecular alto e provavelmente ligação ao componente inorgânico do xisto. A porção de querogênio que é solúvel é conhecida como “betume”; o betume tipicamente sendo o componente mais pesado do óleo bruto. De fato, em um sentido geológico, o querogênio é precursor do óleo bruto. O querogênio é tipicamente identificado como sendo um dos cinco tipos: Tipo I, Tipo II, enxofre Tipo II, Tipo III, ou Tipo IV, com base nesta razão C:H:O e teor de enxofre, os vários tipos geralmente sendo derivados a partir de fontes diferentes de matéria biológica antiga.

O “baseado em querogênio,” é um termo usado neste para indicar um produto molecular ou derivado intermediário a partir do

querogênio, tal derivação requer uma modificação química do querogênio, e o termo sendo exclusivo de derivações realizadas durante período de escala geológica.

5 Uma "formação de xisto de sub-superfície", como definido neste, é uma formação geológica subterrânea que compreende o xisto (óleo).

Uma "formação que carrega hidrocarboneto de permeabilidade baixa", como definido neste, refere-se à formações tendo uma permeabilidade de pelo menos cerca de 10 millidarcies, em que as ditas formações compreendem o material de hidrocarboneto. Os exemplos de tais formações
10 incluem, mas não são limitados a, diatomita, carvão, xistos firmes, arenitos firmes, carbonatos firmes, e outros.

Um "fluido de fase densa", como definido neste, é um fluido não gasoso. Tal fluido de fase densa inclui líquidos e fluidos super-críticos (SCFs).

15 Um "fluido super-crítico", como definido neste e como mencionado acima, é qualquer substância em uma temperatura e pressão acima deste ponto crítico termodinâmico. Os fluidos super-críticos podem ser considerados como "solventes híbridos" com propriedades entre aqueles gases e líquidos, isto é, um solvente com uma viscosidade baixa, taxas de difusão
20 altas e nenhuma tensão de superfície. Os fluidos super-críticos mais comuns são dióxido de carbono super-crítico (CO₂) e água super-crítica.

O termo "tensão mecânica", como definido neste, refere-se à tensão estrutural dentro da formação de xisto que resulta das variações de pressão dentro da formação. Tal tensão pode levar a fratura e/ou redução a
25 cascalho da formação de xisto.

O termo "tensão térmica", como definido neste, refere-se à tensão estrutural dentro da formação de xisto que resulta das variações térmicas. Tais tensões térmicas podem induzir os tensões mecânicas internos como um resultado de diferenças em coeficientes térmicos de expansão entre

os vários componentes da formação de xisto. A tensão mecânica semelhante mencionada acima, a tensão térmica também pode levar a fratura e/ou redução a cascalho da formação de xisto.

O termo "fratura", como definido neste, refere-se á degradação estrutural da formação de xisto de sub-superfície como um resultado da tensão mecânica e/ou térmica aplicada. Tal degradação estrutural geralmente intensifica a permeabilidade do xisto ao fluido e aumenta a acessibilidade do componente de querogênio para os tais fluidos. O termo "redução a cascalho", como definido neste é um processo de fratura mais extensivo produzindo fraturas planas em direções múltiplas que geram "cascalho" derivado de xisto.

O termo "craqueamento", como mencionado na seção de fundamentos e como usado neste, refere-se à quebra de ligações carbono-carbono no querogênio a fim de produzir espécies de peso molecular inferior. A "retorta", fornece craqueamento térmico do querogênio. O "beneficiamento", fornece craqueamento do querogênio, mas pode envolver um agente de beneficiamento químico ou térmico. Conseqüentemente, o termo " beneficiamento térmico" é sinônimo com o termo "retorta".

O termo "in situ", como usado neste com respeito ao craqueamento ou beneficiamento do querogênio, refere-se ao tal craqueamento ou beneficiamento sendo realizado no ambiente natural do querogênio. Em contraste ao método da Shell in situ descrito na seção de fundamentos, os métodos da presente invenção não são realmente feitos in situ porque algumas fraturas da formação de xisto devem ser realizadas primeiro, deste modo alterando o ambiente de querogênio a partir deste estado natural.

O termo "produtos com base em petróleo comercial", como definido neste, refere-se aos produtos comerciais que incluem, mas não são limitados a, gasolina, combustível de aviação, diesel, lubrificantes, produtos petroquímicos, e outros. Tais produtos também podem incluir intermediários

químicos e/ou estoque de alimentação de combinação comum.

3. Sumário do método

Referindo-se a FIGURA I, em algumas formas de realização, a presente invenção é geralmente direcionada aos métodos para extração de um produto com base em querogênio a partir de uma formação de xisto de sub-superfície compreendendo um xisto de sub-superfície, os métodos compreendendo as etapas de; (Etapa 101) acessibilidade aumentada de querogênio em xisto de sub-superfície para um fluido (por exemplo, aumento da permeabilidade do xisto), em que o xisto de sub-superfície compreende um componente inorgânico em adição ao querogênio; (Etapa 102) contato do querogênio no xisto de sub-superfície com um fluido de extração (ou fluidos) para criar um produto com base em querogênio móvel; e (Etapa 103) transportar o produto com base de querogênio móvel da formação de xisto de sub-superfície para render um produto com base em querogênio extraído.

A etapa mencionada acima de aumento da acessibilidade do xisto de sub-superfície para um fluido (Etapa 101) pode incluir uma variedade de técnicas e/ou tecnologias tal como, mas não limitadas a, explosivos, fraturas hidráulicas, propelentes, e outros. Geralmente, qualquer método de regiões de fratura e/ou redução a cascalho da formação de xisto, a fim de render o dito xisto mais permeável aos fluidos, é adequado. Tal fratura e/ou redução a cascalho também pode envolver reativos químicos para por exemplo, em pelo menos a parte do componente de xisto inorgânico.

A etapa de contato do querogênio com um fluido de extração (Etapa 102) geralmente envolve uma modificação química in situ do querogênio (por exemplo, craqueamento) e/ou xisto adjacente a fim de propor o componente de querogênio móvel modificado (*vide infra*). Tal modificação química geralmente envolve a fabricação e/ou quebra de ligações químicas.

A etapa de transportar o produto com base de querogênio móvel da formação de xisto de sub-superfície (Etapa 103) não é

particularmente limitada, mas pode geralmente ser descrita como um meio de fluxo do produto com base de querogênio móvel da formação de sub-superfície, onde um tal meio pode ser ativo (por exemplo, bombeamento) e/ou passivo.

5 Em algumas formas de realização, o método descrito acima pode envolver uma ou mais etapas adicionais que servem como amostra e subseqüentemente analisar o xisto antes da Etapa 101 de realização. Tal amostragem e análise pode ter um carregamento direto nas técnicas utilizadas nas etapas subseqüentes.

10 Em algumas formas de realização, análise e/ou monitoramento da fratura e/ou redução a cascalho da formação de xisto de sub-superfície pode ser realizado durante ou após a etapa 101. Tal análise e/ou monitoramento pode ser realizado usando técnicas conhecidas na técnica para realizar tais tarefas.

15 Em algumas formas de realização, o produto com base em querogênio extraído é beneficiado (térmico ou quimicamente) na superfície. Tal superfície beneficiada pode ser intermediária para refinação subseqüente.

4. Aumentar a acessibilidade do fluido ao querogênio

Simultaneamente referimos ao método descrito acima e a
 20 FIGURA 2, em algumas formas de realização, a etapa de acessibilidade aumentada (Etapa 101) compreende as sub-etapas de (Sub-etapa 201) perfurar um poço de injeção revestido na formação de xisto de sub-superfície compreendendo o xisto de sub-superfície: (Sub-etapa 202) pressurizar e selar subseqüentemente o poço de injeção com um fluido de fase densa para
 25 fornecer um poço pressurizado; e (Sub-etapa 203) despressurizar rapidamente o poço pressurizado para atingir uma pressão reduzida de estado estacionário. Em algumas tais formas de realização, as sub-etapas de pressurizar e despressurizar são repetidas até um equilíbrio da pressão seja atingida.

O fluido de fase densa pode ser qualquer tal fluido que fornece

adequadamente para o aumento da acessibilidade do querogênio para um fluido tipicamente devido para fratura e/ou redução a cascalho do xisto em que o querogênio reside. Em algumas formas de realização, o fluido de fase densa compreende um componente selecionado do grupo que consiste de dióxido de carbono (CO_2), nitrogênio (N_2), gás natural líquido (LNG), amônia (NH_3), monóxido de carbono (CO), argônio (Ar), gás de petróleo liquefeito (LPG), hidrogênio (H_2), sulfeto de hidrogênio (H_2S), ar, hidrocarbonetos C_1 a C_{20} (incluindo, mas não limitadas a, etano, propano, butano, e combinações deste), e outros.

Em algumas formas de realização, a pressão no poço pressurizado excede a pressão da fratura da formação de xisto de sub-superfície. Tal formação de pressão da fratura pode ser determinada anteriormente, por exemplo deste modo ajudar à escolha direta dos parâmetros variáveis usados nesta etapa.

Em algumas formas de realização, o fluido de fase densa é absorvido pelo querogênio e o querogênio subsequente aumenta, e em que o querogênio dilatado expande a formação de xisto de sub-superfície e cria tensões mecânicas levando a fratura e/ou redução a cascalho subsequente da dita formação. Em algumas tais formas de realização, as tensões mecânicas criadas durante as sub-etapas de pressurizar e despressurizar intensifica a fratura e/ou redução a cascalho da formação de xisto de sub-superfície.

Em algumas formas de realização, as sub-etapas de pressurizar e despressurizar criam tensões mecânicas e/ou térmicas na formação de xisto de sub-superfície. Em algumas tais formas de realização, o querogênio pelo menos parcialmente deslamina-se do componente inorgânico do xisto como um resultado das tensões térmicas.

Em algumas formas de realização, os explosivos são adicionados ao fluido de fase densa para intensificar a redução a cascalho e fratura da formação. Exemplos de tais explosivos incluem, mas não são

limitados a, espécies fortemente oxidantes, espécies contendo nitro (por exemplo, trinitrotolueno, nitroglicerina), misturas de termite, e outros. O fluido de fase densas pelo qual tais explosivos podem ser adicionados incluem, mas não são limitados a, dióxido de carbono (CO_2), nitrogênio (N_2), gás natural líquido (LNG), amônia (NH_3), monóxido de carbono (CO), argônio (At), gás de petróleo liquefeito (LPG), hidrogênio (H_2). sulfeto de hidrogênio (H_2S), ar, hidrocarbonetos C_1 a C_{20} (incluindo, mas não limitadas a, etano, propano, butano, e combinações deste), e outros.

5. Criação de um produto com base de querogênio móvel

Em algumas formas de realização, a etapa de contato do querogênio no xisto de sub-superfície com um fluido reativo para criar um produto com base de querogênio móvel envolve uma modificação química do querogênio. Em algumas tais formas de realização, a modificação química envolve pelo menos algum craqueamento do querogênio, gerando moléculas derivadas de querogênio pequenas que são conformemente mais móvel .

Em geral, o fluido reativo é qualquer fluido (incluindo misturas) que pode, por si mesmo ou com um agente dissolvido neste, modificar quimicamente o querogênio a fim de torná-lo móvel e portanto extraível. Em algumas formas de realização, o fluido reativo compreende um componente reativo selecionado do grupo que consiste de ácidos orgânicos (por exemplo, ácido fórmico), ácidos inorgânicos (por exemplo clorídrico), peróxidos (por exemplo, H_2O_2), produtos químicos que produzem radicais livres (por exemplo, F_2), ácidos de Lewis (por exemplo, AlCl_3), agentes de despolimerização húmicos (por exemplo, aminas), catalisadores de metátese de olefina (por exemplo, W), gases reativos (por exemplo, Cl_2), enzimas (por exemplo, lipase), micróbios (por exemplo, pseudomas), plasmas (por exemplo, He), catalisadores (por exemplo, pirita, metais de transição em silo), e combinações destes. Tipicamente, tais componentes reativos são dispersados, dissolvidos, ou de outra maneira incorporados no fluido de fase

densa. Como acima, tais fluidos de fase densa adequados incluem, mas não são limitados a, dióxido de carbono (CO_2), nitrogênio (N_2), gás natural líquido (LNG), amônia (NH_3), monóxido de carbono (CO), argônio (Ar), gás de petróleo liquefeito (LPG), hidrogênio (H_2), sulfeto de hidrogênio (H_2S), ar, hidrocarbonetos de C_1 a C_{20} (incluindo, mas não limitadas a, etano, propano, butano e combinações destes, e outros.

Em algumas formas de realização, dependendo das condições e fluidos reativos utilizados e das ligações de querogênio que são quebradas, é possível gerar um produto com base de querogênio móvel que é adaptado a fim de minimizar a recuperação de metais pesados e/ou outros materiais indesejáveis, ou para aumentar a recuperação pela redução de carvão e/ou outros resíduos de carbono. Conseqüentemente, é possível gerar um produto móvel com base em querogênio que requer pouco ou nenhuma refinação adicional.

6. Produção do produto com base de querogênio móvel

Em algumas formas de realização, o produto com base de querogênio móvel é extraído a partir da formação de sub-superfície usando um fluido de extração. Os fluidos de extração adequados, semelhante aos fluidos de fase densa, incluem mas não são limitados a, dióxido de carbono (CO_2), nitrogênio (N_2), gás natural líquido (LNG), amônia (NH_3), monóxido de carbono (CO), argônio (Ar), gás de petróleo liquefeito (LPG), hidrogênio (H_2), sulfeto de hidrogênio (H_2S), ar, hidrocarbonetos de C_1 a C_{20} (incluindo, mas não limitando a, etano, propano, butano, e combinação deste), e outros. Em algumas formas de realização, o fluido de extração é substancialmente indistinguível a partir do fluxo reativo (ver acima).

Em algumas formas de realização; é abrangido que o produto com base de querogênio móvel compreenda uma pasta de querogênio particulada no fluido de extração. Conseqüentemente, tal produto com base de querogênio móvel não necessita ser dissolvido em um tal fluido.

Para algumas formas de realização, o bombeamento é usado para transportar o produto com base de querogênio móvel da formação de xisto de sub-superfície, em que o tal bombeamento pode ser realizado usando técnicas conhecidas àqueles habilitados na técnica. As práticas de campo de

5 óleo convencionais (tanto fluxo de gás quanto bombeamento de fluidos, por exemplo, bombas de bastão, bombas submersíveis elétricas, bombas de cavidade progressiva, etc.) podem ser modificados para fornecer confiabilidade em um dado ambiente de produção. Por exemplo, as modificações podem requerer mudanças em metalurgia, limitações de

10 pressão, composições elastoméricas, classificação de temperatura, e outros.

A produção pode usar, qualquer processo de produção padrão tal como, mas não limitando a, Huff-n-Puff (isto é, um reservatório simples é usado tanto para produzir quanto para injetar), inundação de água, inundação de vapor, inundação de polímero, inundação de extração de solvente,

15 processos térmicos, adição de diluente, drenagem por gravidade assistida por vapor (SAGD), e outros.

7. Beneficiamento do produto com base em querogênio extraído

Em algumas formas de realização, o produto com base em querogênio extraído é beneficiado para render um ou mais produtos com base

20 em petróleo comercial. Várias técnicas de superfície comum na indústria (por exemplo, craqueamento catalítico, hidrocessamento, craqueamento térmico; desnitrificação, dessulfurização) pode ser utilizadas para obter um produto comercial desejado a partir do produto com base em querogênio extraído. Tal superfície beneficiada é amplamente dependente da natureza do

25 produto com base em querogênio extraído relativo ao produto comercial que é desejado.

8. Método de produção integrado

Referindo-se a FIGURA 3, em algumas formas de realização, a presente invenção é direcionado ao método de produção integrado

compreendendo a etapa de (Etapa 301) analisar uma formação de xisto que
carrega querogênio de sub-superfície a fim de derivar a informação com
respeito ao querogênio contido neste; (Etapa 302) acessibilidade aumentada
do dito querogênio no xisto de sub-superfície para um fluido. Em que o xisto
5 de sub-superfície compreende um componente inorgânico em adição ao
querogênio; (Etapa 303) monitorar a acessibilidade aumentada fornecida na
etapa 302, (Etapa 304) contato do querogênio no xisto de sub-superfície com
um fluido reativo para criar um produto com base de querogênio móvel, em
que o dito fluido reativo é selecionado em vista da informação derivada na
10 etapa 301; (Etapa 305) transportar o produto com base de querogênio móvel
da formação de xisto de sub-superfície para render um produto com base em
querogênio extraído; e (Etapa 306) opcionalmente processar o produto usado
por querogênio extraído.

Geralmente, tais métodos de produção integrados descrito
15 acima são consistentes (em termos de suas etapas comuns) com os métodos
mencionados acima de extração de um produto com base em querogênio a
partir da formação de xisto de sub-superfície. Ver acima para mais detalhes
nas várias etapas divididas por tais métodos.

9. Sistema de produção integrada

20 Referindo-se a FIGURA 4, em algumas formas de realização,
a presente invenção é direcionado ao sistema de produção integrado que
compreende: (Meio 401) um meio para analisar uma formação de xisto que
carrega querogênio de sub-superfície a fim de derivar uma informação com
respeito ao querogênio contido neste; (Meio 402) um meio para acessibilidade
25 aumentada do dito querogênio no xisto de superfície, para um fluido, em que
o xisto de sub-superfície compreende um componente inorgânico em adição
ao querogênio; (Meio 403) um meio para monitorar a acessibilidade
aumentada fornecida pelos Meio 402; (Meio 404) um meio (meios de
mobilizar) de contato do querogênio no xisto de sub-superfície com um fluido

reativo para criar um produto com base de querogênio móvel, em que o dito fluido reativo é selecionado em vista da informação derivado pelo Meio 401; (Meio 405) um meio (meios de extração) para transportar o produto com base de querogênio móvel da formação de xisto de sub-superfície para render um produto com base em querogênio extraído; e (Meio 406) um meio para opcionalmente processar o produto com base em querogênio extraído.

Semelhante aos métodos de processo integrados, tais sistemas descritos acima das formas de realização são geralmente consistentes com os métodos mencionados acima de extração de um produto com base em querogênio a partir da formação de xisto de sub-superfície. Entretanto tais consistências gerais, tais meios exemplares são fornecidos abaixo.

Ainda referindo-se a FIGURA 4. O meio 401 pode incluir tecnologias para analisar a sub-superfície tal como, mas não limitado a, medindo o poço, analisando e amostrando o núcleo (incluindo análise química de querogênio), e outros. O meio 402 pode incluir um meio ou sub-sistema para aumentar a acessibilidade do fluido ao querogênio, em que um tal sub-sistema implementa as sub-etapas resumidas na FIGURA 2. O meio 403 pode incluir tecnologias de monitoramento de sub-superfícies tal como, mas não limitado a, medidores de inclinação, técnicas microscísmicas (envolvendo geofones), e outros. Ver por exemplo, Phillips. W. S., et al., "Reservoir mapping using microearthquakes; Austin Chalk, Giddings Field, TX and 76 field. Clinton Co., KY," SPE 36651, Annual Technical Conference and Exhibition, Denver. CO Oct. 6-9 1996. O meio 404 tipicamente compreende um sub-sistema para bombeamento de um fluido de fase densa no recurso de xisto de sub-superfície fraturado, em que o fluido ainda pode compreender agentes operáveis para modificação quimicamente do querogênio a fim de torná-lo móvel. O meio 405 tipicamente compreende um sub-sistema para extração de um produto com base de querogênio móvel a partir da sub-superfície, em que um tal sub-sistema pode compreender um fluido de

extração (ver acima) e uma tecnologia de bombeamento. Finalmente o meio 406 pode envolver qualquer processamento de sub-sistema que opcionalmente processa o produto com base em querogênio extraído para render um produto desejado ou intermediário. Tal meio 406 exemplar inclui, mas não é limitado a, retorta convencional, transporte em oleoduto, técnicas de separação convencional, e outros.

10. Variações

A variação (isto é, forma de realização substituta) no processo descrito acima é a aplicação de alguns ou partes de tais métodos descritos acima por fontes alternativas, isto é, formações que carregam hidrocarboneto de permeabilidade baixa (por exemplo, óleo e gás); carvão in situ, óleo pesado in situ, areias oleosas in situ, e outros. A aplicabilidade geral de pelo menos alguma da invenção descrita acima das formas de realização para existir qualquer formação que carrega hidrocarboneto. As aplicações de processamento de superfície podem incluir melhoras do xisto betuminoso, carvão, óleo pesado, areia oleosa, e outros óleos convencionais com asfaltenos, enxofre, nitrogênio, etc.

11. Exemplos

Os seguintes exemplos são fornecidos para demonstrar as formas de realização particulares da presente invenção. Deve ser estimado por aqueles habilitados na técnica que os métodos divulgados nos exemplos que seguem meramente representam formas de realização exemplares da presente invenção. Entretanto, aqueles habilitados na técnica devem, na luz da presente divulgação, estimar que qualquer mudança pode ser feita nas formas de realização específicas descritas e ainda obtidas em um resultado semelhante ou similar sem divergir do espírito e escopo da presente invenção.

EXEMPLO 1

Este exemplo serve para ilustrar como o xisto em uma formação de superfície pode ser submetido a amostragem e analisado antes da

fratura e/ou redução a cascalho, de acordo com algumas formas de realização da presente invenção.

Os núcleos totais ou convencionais podem ser obtidos usando técnicas de amostragem de núcleo padrão conhecidos na técnica e usando ferramentas tal como ferramentas de núcleo Baker Hughes INTEQ. A parede lateral e núcleos rotativos de parede lateral também podem ser obtidos, mas estes são tipicamente pequenos e geralmente de qualidade inferior. Uma vez obtido, as amostras do núcleo podem ser submetidas a uma variedade de análise incluindo, mas não limitadas a, análise gama de núcleo, densidade, visualização circunferencial e varredura por tomografia computadorizada (CT), análise da fratura, permeabilidade, porosidade, recuperação do hidrocarboneto quando exposto ao fluido reativo, medições elétricas, medições de condutividade térmica, mecânica de rocha, difração de raio X (XRD), ressonância magnética nuclear (NM), carbono orgânico total (TOC), espectroscopia infra-vermelho e/ou fluorescente, etc.

A informação obtida a partir da tal análise de núcleo pode servir como um guia na seleção dos reagentes apropriados (por exemplo fluidos) e condições usadas na implementação de métodos e sistemas da presente invenção.

Além disso, ou em vez de amostragem de água (*vide infra*), o registro de poço também pode ser realizada para cumprimento da informação obtida por intermédio da amostragem de núcleo. Tais técnicas podem render informação cerca de como a formação varia com a profundidade.

EXEMPLO 2

Este exemplo serve para ilustrar a fratura e/ou redução a cascalho do xisto na formação de xisto de sub-superfície a fim de aumentar a acessibilidade do fluido ao querogênio contido neste, de acordo com algumas formas de realização da presente invenção, e particularmente dentro do contexto do sistema exemplar da forma de realização descrito na FIGURA 5.

Referindo-se a FIGURA 5, o sistema 500 integrado compreende estabelecer um poço de injeção 501 que estende-se na sub-superfície através da (por exemplo, Uinta) formação 502 e a (por exemplo Green River) formação 503, em que o posterior é subdividido em três zonas (503a, 503b, e 303c). Os fluidos são injetados na formação por intermédio do poço de injeção 501 e fornece uma formação fraturada 503b tendo aumento da acessibilidade do fluido para o querogênio contido neste. Tal passagem de fluido ainda fornece o contato do querogênio com um fluido reativo e a extração de fluido a fim de extrair o produto com base de querogênio móvel da formação por intermédio de um ou mais poços de produção 505 para render um produto com base em querogênio extraído. Nota-se que o monitoramento da água pode ser realizado, por exemplo, por intermédio de poços de monitoramento de lençol de água 506 para verificar que nenhuma contaminação no lençol de água tenha ocorrido como um resultado de fratura em aquíferos existentes. Um extraído, o produto com base em querogênio extraído pode ser transportado por intermédio de tubos separadores/tratamentos e tanques de produção.

EXEMPLO 3

Este exemplo serve para ilustrar como a fratura e/ou redução a cascalho do xisto na formação de xisto de sub-superfície pode ser monitorado, de acordo com algumas formas de realização da presente invenção.

Em vez de, ou além disso, o poço(s) de monitoramento do lençol de água descrito no Exemplo 2, as medidas de inclinação podem ser instaladas em uma disposição padrão na superfície da formação de xisto. As instalações de medidas de inclinação estarão em furos de 8,5 polegadas (21,6 cm), profundidade de 25 pés (7,62 m), e revestidos com tubos PVC e a possibilidade de um pouco de cimento no fundo. Estes serão cobertos e terão um painel solar para coleta de dados. Os geofones podem ser instalados na superfície ou sub-superfície para coletar informação micro-sísmica para

ajudar no desenvolvimento da fratura de caminho.

EXEMPLO 4

Este exemplo serve para ilustrar o processo de contato do querogênio ligado ao xisto com um fluido reativo, e como o querogênio pode
5 ser quimicamente modificado in situ, de acordo com algumas formas de realização da presente invenção.

Um tal processo exemplar envolveria a injeção de um fluido de fase densa tal como dióxido de carbono em uma fase líquida e um co-solvente reativo tal como ácido fórmico em uma concentração que permitiria
10 um sistema de fase simples na formação de temperatura e pressão. O ótimo desempenho seria atingido com pressão e temperaturas acima do ponto crítico do fluido de fase densa, isto é, 1070 psig (7,38 MPa man.) e 31 °C por CO₂. O fluido super-crítico (SCF) terá ótima penetração na formação permeável baixa devido ao fluido super-crítico da difusividade baixa e tensão de superfície
15 indefinida (zero). O SCF solubilizará o co-solvente/aditivo (por exemplo, ácido fórmico) para permitir o contato com componentes tanto orgânicos quanto inorgânicos do xisto betuminoso. Este contato permitirá uma reação química ocorrer com o material orgânico e inorgânico de carbonato no xisto betuminoso para converter os materiais para gás e ou tamanho molecular
20 pequeno criando área de superfície aumentada e querogênio de peso molecular pequeno.

EXEMPLO 5

Este exemplo serve para ilustrar como o produto com base de querogênio móvel pode ser extraído a partir da formação de sub-superfície, de
25 acordo com algumas formas de realização da presente invenção.

Uma vez que o querogênio é convertido a um produto com base de querogênio móvel, um fluido de extração pode ser usado para transportar à superfície. Tipicamente, o fluido de extração é substancialmente similar na composição para que o fluido reativo, embora tipicamente um

pouco esgotado no agente reativo. Referindo-se novamente a FIGURA 5, e utilizando um fluido de extração semelhante ao fluido reativo descrito no Exemplo 4, o dito fluido de extração é bombeado na formação por intermédio do poço(s) de injeção 501, o contato do produto com base em querogênio móvel na formação fraturada 504, e é bombeado para a superfície por intermédio de poço(s) de produção 505, transportar o produto com base de querogênio móvel junto com este, deste modo fornecendo um produto com base em querogênio extraído.

EXEMPLO 6

Este exemplo serve para ilustrar os processos pós-extração que podem ser realizados no produto com base em querogênio extraído, de acordo com algumas formas de realização da presente invenção.

Se o produto com base em querogênio extraído compreende uma porção substancial de espécies de peso molecular alto que rendem o produto altamente viscoso, a superfície beneficiada pode ser usada para craqueamento térmico ou quebra de viscosidade do produto para render uma viscosidade inferior, produto mais facilmente transportável. Realizando-se isto dentro da proximidade imediata do local de extração pode fazer bom senso econômico em que o produto de viscosidade inferior pode ser então mais facilmente transportado cruzando longas distâncias por intermédio de um oleoduto.

12. Sumário

A presente invenção é direcionada aos métodos para extração de um produto com base em querogênio a partir das formações de xisto (óleo) de sub-superfície, em que tais métodos contam com porções de fratura e/ou redução a cascalho das ditas formações de modo a intensificar sua permeabilidade de fluido, e em que tais métodos ainda contam com modificação quimicamente do querogênio ligado ao xisto a fim de torná-lo móvel. A presente invenção também é direcionada aos sistemas para

implementar tais métodos. A presente invenção também é direcionada aos métodos de formações de xisto de sub-superfície de fratura e/ou redução a cascalho e aos métodos de modificação quimicamente querogênio in situ a fim de torná-lo móvel.

5 13. Conclusão

Todas as patentes e publicações referidas neste são deste modo incorporadas por referência à extensão não inconsistente com isto. Será entendida que certas estruturas serão descritas acima. As funções e operações das formas de realização descritas acima não são necessariamente para prática
10 da presente invenção e são incluídas na descrição simplesmente para integrar uma forma de realização exemplar ou formas de realização. Além disso, será entendido que estruturas específicas, funções e operações apresentam patentes e publicações referidas descritas acima podendo ser praticadas em conjunção com a presente invenção, mas estes não são essenciais para a prática. Portanto
15 é entendido que a invenção pode ser praticada de outra maneira do que como especificamente descrita sem divergir realmente do espírito e escopo da presente invenção como definido pelas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para extrair um produto com base em querogênio a partir de uma formação de xisto da subsuperfície que compreende o xisto de subsuperfície, caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de

5 a) aumentar a acessibilidade do querogênio no xisto de subsuperfície a um fluido, em que o xisto de subsuperfície compreende um componente inorgânico além dos querogênio;

 b) contatar o querogênio no xisto de subsuperfície com um fluido reativo para criar um produto com base em querogênio móvel e

10 c) transportar o produto com base em querogênio móvel fora da formação de xisto da subsuperfície para produzir um produto com base em querogênio extraído.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a etapa de aumentar a acessibilidade compreende as sub-etapas de

15 a) perfurar um poço de injeção revestido na formação de xisto da subsuperfície que compreende o xisto de subsuperfície;

 b) pressurizar o poço de injeção com um fluido de fase densa para fornecer um poço pressurizado e

20 c) despressurizar rapidamente o poço pressurizado para atingir um estado de estacionário reduzida em estado de fixo.

3. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que as sub-etapas de pressurização e de despressurização são repetidas.

25 4. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o fluido de fase densa compreende um componente selecionado do grupo que consiste de dióxido de carbono (CO₂), nitrogênio (N₂), gás natural líquido (LNG), amônia (NH₃), monóxido de carbono (CO), argônio (Ar), gás de petróleo liquefeito (LPG), hidrogênio (H₂), sulfeto de hidrogênio (H₂S), ar, hidrocarbonetos C₁ a C₂₀ e combinações destes.

5. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a pressão no poço pressurizado excede a pressão de fratura da formação de xisto de subsuperfície.

5 6. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o fluido de fase densa é absorvido pelo querogênio e o querogênio subsequente intumescer-se e em que o querogênio intumescido expande a formação de xisto da subsuperfície e cria tensões mecânicas que levam à fratura e redução a cascalho da dita formação.

10 7. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que as tensões mecânicas criadas durante as sub-etapas de pressurização e despressurização intensificam a fratura da formação de xisto da subsuperfície.

15 8. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que as sub-etapas de pressurização e despressurização criam tensões térmicas na formação de xisto de subsuperfície.

9. Método de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o querogênio, pelo menos deslaminar-se parcialmente a partir do componente inorgânico do xisto como um resultado das tensões térmicas.

20 10. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que explosivos são adicionados ao fluido de fase densa para intensificar a redução a cascalho e fratura da formação.

25 11. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a etapa de contatar o querogênio no xisto de subsuperfície com um fluido reativo para criar um produto com base em querogênio móvel envolve uma modificação química do querogênio.

12. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que a modificação química envolve pelo menos algum craqueamento do querogênio.

13. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado

pelo fato de que o fluido reativo compreende um primeiro componente selecionado do grupo que consiste de dióxido de carbono (CO₂), nitrogênio (H₂) gás natural líquido (LNG), amônia (NH₃), monóxido de carbono (CO), argônio (Ar), gás de petróleo liquefeito (LPG), hidrogênio (H₂) sulfeto de hidrogênio (H₂S), ar, hidrocarbonetos C₁ a C₁₂ e combinações destes e um segundo componente selecionado do grupo que consiste de ácidos orgânicos, ácidos inorgânicos, peróxidos, produtos químicos produtores de radical livre, ácidos de Lewis, agentes de despolimerização húmicos, catalisadores de metátese de olefina, gases reativos, enzimas, micróbios, plasmas, catalisadores e combinações destes.

14. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a etapa de transportar o produto com base em querogênio móvel fora da formação de xisto da subsuperfície compreende um fluido de extração.

15. Método de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que o fluido de extração é selecionado do grupo que consiste de dióxido de carbono (CO₂), nitrogênio (N₂), gás natural líquido (LNG), amônia (NH₃), monóxido de carbono (CO), argônio (Ar), gás de petróleo liquefeito (LPG), hidrogênio (H₂), sulfeto de hidrogênio (H₂S), ar, hidrocarbonetos C₁ a C₂₀ e combinações destes

16. Método de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que o fluido de extração é substancialmente indistinguível do fluido reativo.

17. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o bombeamento é usado para transportar o produto com base em querogênio móvel fora da formação de xisto da subsuperfície.

18. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o produto com base em querogênio extraído é beneficiado para a produção de um ou mais produtos com base em petróleo comerciais.

19. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a etapa de aumentar a acessibilidade das sub-etapas de:

a) perfurar um poço de injeção revestido na formação de xisto da subsuperfície que compreende o xisto de subsuperfície;

5 b) liberar uma pasta fluida ao poço de injeção, a pasta fluida compreendendo CO₂ líquido e CO₂ sólido;

c) pressurizar o poço permitindo que o CO₂ líquido e o CO₂ sólido dentro do poço formem CO₂ supercrítico, desse modo, formando um poço pressurizado e

10 d) despressurizar o poço pressurizado para atingir uma pressão reduzida de estado estacionário, desse modo, uma expansão adiabática associada do CO₂ esfria a formação de xisto da subsuperfície e causa tensões térmicas e mecânicas dentro da formação que, por sua vez, leva à fratura da dita formação.

15 20. Método de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que as sub-etapas de pressurização e de despressurização são repetidas até uma pressão de equilíbrio ser reagida.

20 21. Método de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que o querogênio, pelo menos parcialmente deslamina-se a partir do componente inorgânico do xisto como um resultado das tensões térmicas e mecânicas.

22. Método de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que explosivos são adicionados à pasta fluida de CO₂ líquido e sólido para intensificar a redução a cascalho e a fratura da formação.

25 23. Método de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que a etapa de contatar o querogênio no xisto de subsuperfície com o fluido reativo para criar um produto com base em querogênio móvel envolve uma modificação química do querogênio.

24. Método de acordo com a reivindicação 23, caracterizado

pelo fato de que a modificação química envolve pelo menos algum craqueamento do querogênio.

25. Método de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que o fluido reativo compreende um primeiro componente selecionado do grupo que consiste de dióxido de carbono (CO₂), nitrogênio (N₂), gás natural líquido (LNG), amônia (NH₃), monóxido de carbono (CO), argônio (Ar), gás de petróleo liquefeito (LPG), hidrogênio (H₂), sulfeto de hidrogênio (H₂S), ar, hidrocarbonetos C₁ a C₂₀ e combinações destes e um segundo componente selecionado do grupo que consiste de ácidos orgânicos, ácidos não orgânicos, peróxidos, produtos químicos produtores de radical livre, ácidos de Lewis, agentes de despolimerização húmicos, catalisadores de metátese de olefina, gases reativos, enzimas, micróbios, plasmas, catalisadores e combinações destes.

26. Método de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de que a modificação química do querogênio é fornecida por um agente de modificação selecionado do grupo que consiste de enzimas, gases quentes, catalisadores, ácidos e combinações destes.

27. Método de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que a etapa de transportar o produto com base em querogênio móvel fora da formação de xisto de subsuperfície compreende um fluido de extração.

28. Método de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que o fluido de extração é selecionado do grupo que consiste de dióxido de carbono (CO₂), nitrogênio (N₂), gás natural líquido (LNG), amônia (NH₃), monóxido de carbono (CO), argônio (Ar), gás de petróleo liquefeito (LPG), hidrogênio (H₂), sulfeto de hidrogênio (H₂S), ar, hidrocarbonetos C₁ a C₂₀ e combinações destes.

29. Método de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que o fluido de extração é indistinguível do fluido reativo.

30. Método de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que o bombeamento é usado para transportar o produto com base em querogênio móvel fora da região de subsuperfície.

5 31. Método de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que o produto com base em querogênio extraído é beneficiado para produção de um ou mais produtos com base em petróleo comerciais.

32. Método de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que as etapas de pressurização e despressurização ainda compreendem uma etapa interina de contatar o xisto com um fluido aquecido
10 para intensificar as tensões térmicas criadas na formação de xisto da subsuperfície.

33. Método para a fratura da formação de xisto da subsuperfície que compreende xisto betuminoso de subsuperfície, em que o xisto de subsuperfície compreende querogênio e um componente inorgânico e
15 em que a dita fratura intensifica a permeabilidade de fluido do xisto de subsuperfície, caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de

a) perfurar um poço de injeção revestido na formação de xisto de subsuperfície que compreende o xisto de subsuperfície;

20 b) liberar um fluido de fase densa ao poço e selar o poço de injeção a fim de estabelecer um poço selado;

c) pressurizar o poço selado permitindo que o fluido de fase densa dentro do poço selado pressurize, desse modo, formando um poço pressurizado e

25 d) despressurizar o poço pressurizado para atingir uma pressão reduzida de estado estacionário, desse modo, uma expansão adiabática associada do fluido de fase densa esfria a formação de xisto da subsuperfície e causa tensões térmicas e mecânicas dentro da formação que, por sua vez, leva à fratura da dita formação.

34. Método de acordo com a reivindicação 33, caracterizado

pelo fato de que o fluido de fase densa compreende uma pasta fluida de CO₂ líquido e CO₂ sólido.

5 35. Método de acordo com a reivindicação 33, caracterizado pelo fato de que as etapas de pressurização e de despressurização são repetidas.

36. Método de acordo com a reivindicação 33, caracterizado pelo fato de que o querogênio deslamina-se pelo menos parcialmente do componente inorgânico do xisto como um resultado das tensões térmicas e mecânicas.

10 37. Método de acordo com a reivindicação 33, caracterizado pelo fato de que explosivos são adicionados ao fluido de fase densa para intensificar a redução a cascalho ou a fratura da formação.

38. Método, caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de:

15 a) analisar uma formação de xisto que carrega querogênio de subsuperfície a fim de derivar informação com respeito ao querogênio contido nesta;

20 b) aumentar a acessibilidade do dito querogênio no xisto de subsuperfície a um fluido, em que o xisto de subsuperfície compreende um componente inorgânico além do querogênio;

c) monitorar a acessibilidade aumentada fornecida na etapa (b);

25 d) contatar o querogênio no xisto de subsuperfície com um fluido reativo para criar um produto com base em querogênio móvel, em que o dito fluido reativo é selecionado em vista da informação derivada na etapa (a) e

e) transportar o produto com base em querogênio móvel fora da formação de xisto da subsuperfície para produzir um produto com base em querogênio extraído.

39. Método de acordo com a reivindicação 38, caracterizado pelo fato de que ainda compreende a etapa de processar o produto com base em querogênio extraído.

40. Sistema, caracterizado pelo fato de que compreende:

- 5 a) um meio para analisar uma formação de xisto que carrega querogênio de subsuperfície a fim de derivar a informação com respeito ao querogênio contido neste;
- b) um meio para aumentar a acessibilidade do dito querogênio no xisto de um fluido, em que o xisto de subsuperfície compreende um
10 componente inorgânico além do querogênio;
- c) um meio para monitorar a acessibilidade aumentada pelo meio (b)
- d) um meio de contatar o querogênio no xisto de subsuperfície com um fluido reativo para criar um produto com base em
15 querogênio móvel, em que o dito fluido reativo é selecionado em vista da informação derivada pelo meio (a) e
- e) um meio para transportar o produto com base em querogênio móvel fora da formação de xisto da subsuperfície para produzir um produto com base em querogênio extraído.

20 41. Sistema de acordo com a reivindicação 40, caracterizado pelo fato de que ainda compreende meios para processar o produto com base em querogênio extraído.

42. Método para extrair um produto com base em hidrocarboneto a partir de uma formação de subsuperfície que carrega
25 hidrocarboneto de permeabilidade baixa, caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de:

- a) aumentar a permeabilidade em uma região da formação de subsuperfície a um fluido a fim de estabilizar uma região de permeabilidade intensificada;

b) contatar o material hidrocarbonáceo na região de permeabilidade intensificada com um fluido reativo para criar um produto com base em hidrocarboneto móvel e

5 c) transportar o produto com base em hidrocarboneto móvel fora da formação de superfície para a produção de um produto com base em hidrocarboneto extraído.

43. Método de acordo com a reivindicação 42, caracterizado pelo fato de que a etapa de aumentar a permeabilidade compreende as etapas de:

10 a) perfurar um poço de injeção revestido na formação de subsuperfície;

b) pressurizar o poço de injeção com um fluido de fase densa para fornecer um poço pressurizado e

15 c) despressurizar rapidamente o poço pressurizado para atingir uma pressão reduzida de estado estacionário.

44. Método de acordo com a reivindicação 43, caracterizado pelo fato de que as sub-etapas de pressurização e de despressurização são repetidas.

20 45. Método de acordo com a reivindicação 43, caracterizado pelo fato de que o fluido de fase densa compreende um componente, selecionado do grupo que consiste de dióxido de carbono (CO₂), nitrogênio (N₂), gás natural líquido (LNG), amônia (NH₃), monóxido de carbono (CO), argônio (Ar), gás de petróleo liquefeito (LPG), hidrogênio (H₂), sulfeto de hidrogênio (H₂S), ar, hidrocarbonetos C₁ a C₂₀ e combinações destes.

25 46. Método de acordo com a reivindicação 43, caracterizado pelo fato de que a etapa de contatar os hidrocarbonetos na formação de subsuperfície com o fluido reativo para criar um produto com base em hidrocarboneto móvel envolve uma modificação química do hidrocarboneto.

47. Método de acordo com a reivindicação 43, caracterizado

pelo fato de que o fluido reativo compreende um primeiro componente selecionado do grupo que consiste de dióxido de carbono (CO₂), nitrogênio (N₂), gás natural líquido (LNG), amônia (NH₃), monóxido de carbono (CO), argônio (Ar), gás de petróleo liquefeito (LPG), hidrogênio (H₂), sulfeto de hidrogênio (H₂S), ar, hidrocarbonetos C₁ a C₂₀ e combinações destes e um segundo componente selecionado do grupo que consiste de ácidos orgânicos, ácidos inorgânicos, peróxidos, produtos químicos produtores de radical livre, ácidos de Lewis, agentes de despolimerização húmicos, catalisadores da metátese de olefina, gases reativos, enzimas, micróbios, plasmas, catalisadores e combinações destes.

48. Método de acordo com a reivindicação 43, caracterizado pelo fato de que a etapa de transportar o produto com base em hidrocarboneto móvel fora da formação de subsuperfície compreende um fluido de extração.

49. Método de acordo com a reivindicação 48, caracterizado pelo fato de que o fluido de extração é selecionado do grupo que consiste de dióxido de carbono (CO₂), nitrogênio (N₂), gás natural líquido (LNG), amônia (NH₃), monóxido de carbono (CO), argônio (Ar), gás de petróleo liquefeito (LPG), hidrogênio (H₂), sulfeto de hidrogênio (H₂S), ar, hidrocarbonetos C₁ a C₂₀ e combinações destes.

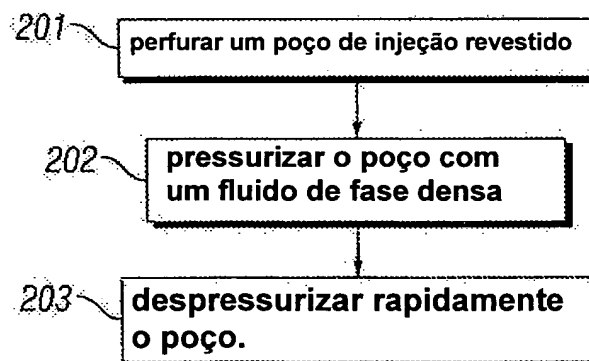
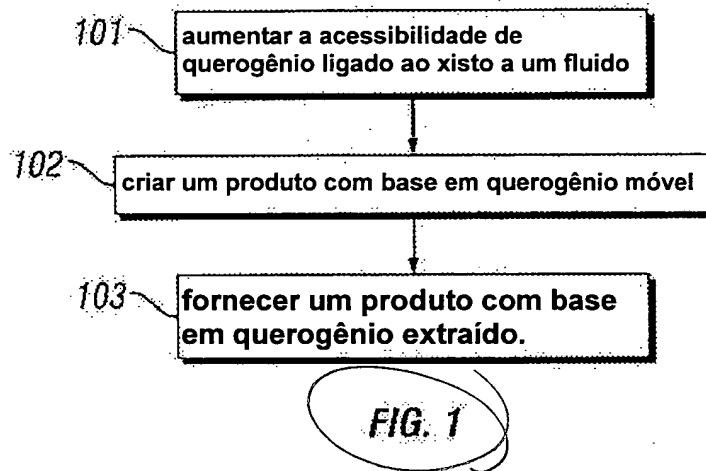
50. Método de acordo com a reivindicação 48, caracterizado pelo fato de que o fluido de extração é substancialmente indistinguível do fluido reativo.

51. Método de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que o bombeamento é usado para transportar o produto com base em querogênio fora da região de subsuperfície.

52. Método de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que o produto com base em querogênio extraído é beneficiado para produzir um ou mais produtos com base em petróleo comerciais.

53. Método de acordo com a reivindicação 19, caracterizado

pelo fato de que as etapas de pressurização e despressurização ainda compreendem uma etapa interina de contatar o xisto com um fluido aquecido para intensificar as tensões térmicas criadas no xisto da formação de subsuperfície.

**FIG. 2**

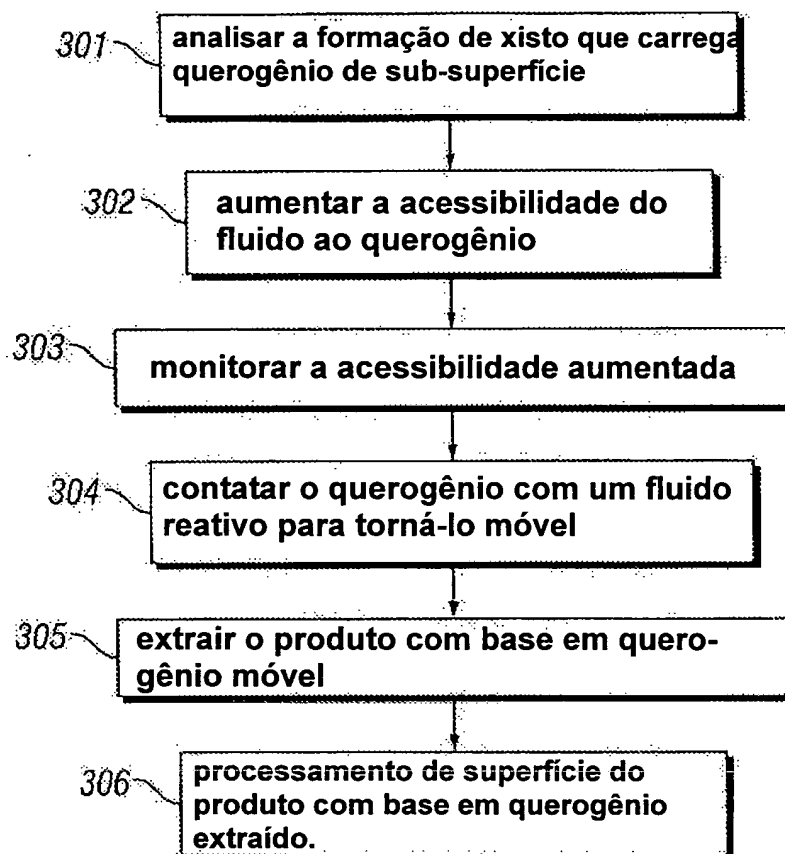


FIG. 3

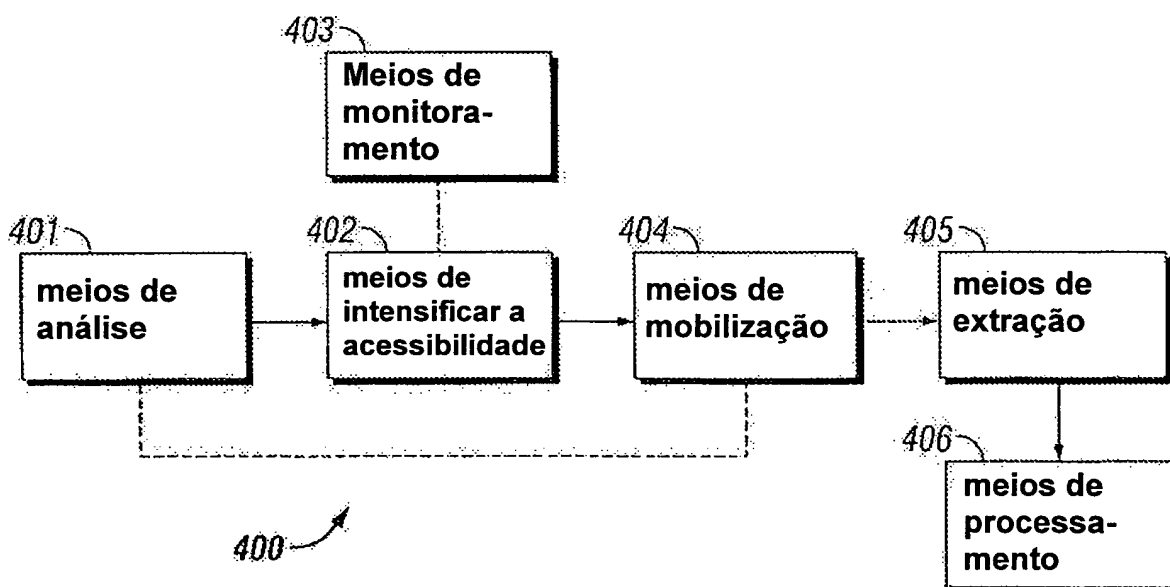


FIG. 4

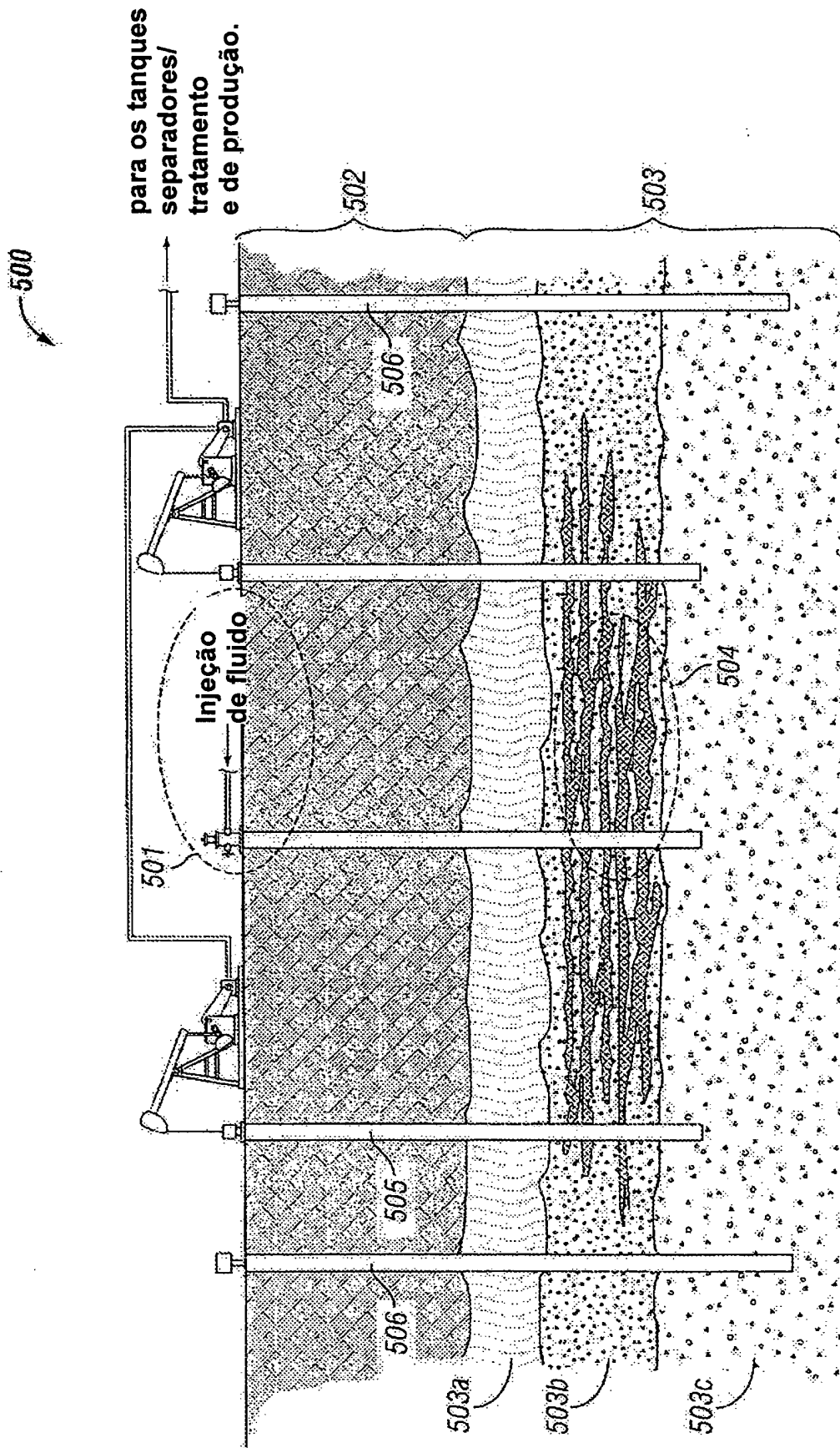


FIG. 5

RESUMO

“MÉTODOS PARA EXTRAIR UM PRODUTO COM BASE EM QUEROGÊNIO A PARTIR DE UMA FORMAÇÃO DE XISTO DA SUBSUPERFÍCIE E PARA A FRATURA DA FORMAÇÃO DE XISTO DA SUBSUPERFÍCIE, SISTEMA, E, MÉTODO PARA EXTRAIR UM
5 PRODUTO COM BASE EM HIDROCARBONETO A PARTIR DE UMA FORMAÇÃO DE SUBSUPERFÍCIE”

A presente invenção está direcionada aos métodos para extrair um produto com base em querogênio das formações de xisto (betuminoso) da
10 subsuperfície, em que tais métodos contam com porções de fratura e/ou cascalho das ditas formações a fim de intensificar a sua permeabilidade de fluido e em que tais métodos ainda contam com a modificação química do querogênio ligado ao xisto a fim de torná-lo móvel. A presente invenção também está direcionada aos sistemas para a implementação de pelo menos
15 um dos métodos precedentes. Adicionalmente, a presente invenção também está direcionada a sistemas para implementar pelo menos alguns dos métodos precedentes. Adicionalmente, a presente invenção também está direcionada aos métodos de formações de xisto de subsuperfície de fratura e/ou cascalho e a métodos de modificar quimicamente querogênio *in situ* a fim de torná-lo
20 móvel.