



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

(21) **PI0617819-7 A2**



(22) Data de Depósito: 24/10/2006  
(43) Data da Publicação: 09/08/2011  
(RPI 2118)

(51) *Int.Cl.:*  
B09C 1/00 2006.01

(54) Título: **REMEDIAÇÃO COM HIDROESCAVAÇÃO E SOLVENTES**

(30) Prioridade Unionista: 25/10/2005 US 60/730,048,  
21/11/2005 US 60/738,934, 21/11/2005 US 60/738,934, 25/10/2005  
US 60/730,048

(73) Titular(es): Ggt Waste Inc

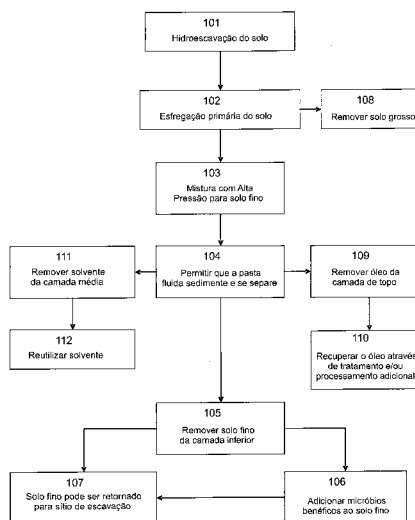
(72) Inventor(es): Jim Ballew, Jong Soo Cho, Lee Daniel Starnes,  
Mark Yeager, William Anderson

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler &  
Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT US2006060186 de 24/10/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/051102 de 03/05/2007

(57) Resumo: REMEDIAÇÃO COM HIDROESCAVAÇÃO E SOLVENTESA presente invenção refere-se a métodos de remoção de contaminante e remediação utilizando hidroescavação em combinação com sol-ventes e/ou micróbios benéficos, para esfregação primária e mistura em alta pressão do solo. Várias modalidades da presente invenção são úteis para limpeza do solo com contaminantes, incluindo, mas não limitado a, materiais baseados em hidrocarbono. O solvente usado em conjunto com várias modalidades da presente invenção compreende uma composição desengordurante, que pode compreender silicato de sódio.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**REMEDIAÇÃO COM HIDROESCAVAÇÃO E SOLVENTES**".

Campo da Invenção

5 A presente invenção refere-se à remediação de solos com hidroescavação, solventes e/ou micróbios.

Antecedentes

10 Todas as publicações citadas aqui são incorporadas a título de referência até o mesmo ponto como se cada publicação ou pedido de patente individual fosse especificamente e individualmente indicado estar incorporado a título de referência. A descrição que segue inclui informação que pode ser útil na compreensão da presente invenção. Não é uma admissão que qualquer uma das informações providas aqui seja técnica anterior ou relevante para a invenção aqui reivindicada ou que qualquer publicação especificamente ou implicitamente referida seja técnica anterior.

15 As últimas décadas estimularam o desenvolvimento da indústria ambiental dedicada à minimização do prejuízo ao ambiente resultante de atividades industriais comuns. Ambos sociedade e indústria estão bastante conscientes do dano causado por não realizarem ações para mitigar os efeitos de refugo deixado no ambiente. Simplesmente não jogando o refugo de  
20 uma maneira ambientalmente amigável e usando contenção é extremamente caro.

25 A natureza e as condições sob as quais hidrocarbonos podem acumular e auto-aderir são muitas e variadas. Complicações adicionais são causadas por outros materiais presentes no ambiente em que os hidrocarbonos são acumulados. Por exemplo, em uma refinaria uma corrente de hidrocarbono pode ser exposta a metais pesados que podem acumular junto com os hidrocarbonos. Em campos de óleo, respingo de óleo em torno de um poço pode acumular com lama de perfuração em abrigos de concreto circundando a cabeça do poço. Como pode ser visto, a presença de outros  
30 materiais pode impedir o descarte do refugo de hidrocarbono por várias razões. Estruturalmente, os outros materiais podem combinar com o efeito adesivo do hidrocarbono para formarem um sólido duro. Em que os outros

materiais predominam, o hidrocarbono pode requerer processamento bruto de uma massa relativamente grande de material para remover a mesma quantidade de hidrocarbono. Em casos em que outro material, relativamente inerte, mas estruturalmente de aumento, está presente, hidrocarbonos contaminados com metais pesados podem inibir o processo de remediação devido aos perigos envolvidos em separar fisicamente os hidrocarbonos contaminados mesmo antes da etapa de descontaminação do hidrocarbono acontecer.

Um problema adicional em remoção de hidrocarbonos contaminados está relacionado com o uso de solventes para dissolver e diminuir a viscosidade da porção de hidrocarbono do material a fim de facilitar o movimento do material; por exemplo, através de tubos e conduítes através de bombeamento. No entanto, a fim de que os solventes de hidrocarbono ativamente dissolvam os hidrocarbonos contaminados, eles são freqüentemente de peso molecular baixo e então voláteis. Trabalho com hidrocarbonos voláteis representa um aumento, ao invés de diminuição, no perigo. Além disso, o resultado, mesmo se a dissolução do solvente funcionar, é um volume de material perigoso que inclui um volume de solvente que pode ser de a partir de cerca de três a cerca de cinco vezes o volume da massa contaminada original. Ainda, o material perigoso ao invés de ser mais concentrado para facilitar tratamento adicional é agora mais diluído. Deste modo, uma etapa adicional deve ser realizada para remover a solvente de ambos material perigoso e materiais não-perigosos se algum presente.

A remoção do solvente deve ser feita de um modo que vai dar o retorno do solvente não-contaminado. Tal tratamento geralmente envolve uma torre de destilação. No entanto, a introdução de um sólido contaminado em uma torre de destilação vai dar um produto de fundo que é similarmente difícil de remover, que vai em efeito reiniciar o problema de remoção de refugo.

Lavagem de solo esfrega o solo para remover e separar a porção do solo que é mais poluída. Isto reduz a quantidade de sólido que precisa de limpeza adicional. Lavagem de solo sozinha pode não ser suficiente para limpar solo poluído. Deste modo, ela é freqüentemente usada com outros métodos que facilitam e completam a lavagem. Agentes químicos ten-

dem a grudar ou absorver alguns tipos de solo mais do que outros. Por exemplo, agentes químicos absorvem mais sólidos de grão fino (tamanho de partícula menor do que cerca de 100 mesh) tal como limo e argila conforme comparado com sólidos em grão grande/grosso (tamanho de partícula maior do que cerca de 100 mesh) tal como areia e cascalho. O limo e argila, por sua vez, tendem a grudar na areia e cascalho. Lavagem de solo ajuda a separar o limo e argila de sólidos de limpeza, de grão grande. Métodos atuais de lavagem de solo funcionam bem quando o sólido contém uma razão muito maior de sólidos de grão grande para sólidos de grão fino. Lavagem de solo pode limpar uma variedade de agentes químicos, tal como combustíveis, metais e pesticidas que podem absorver no solo.

Antes de usar lavagem de solo, escavação de solo da área poluída é peneirada para remover objetos grandes, tal como pedras e restos. O sólido peneirado é posto em uma máquina chamada unidade de esfregação. Água e algumas vezes detergentes são adicionados ao solo poluído na unidade de esfregação. A mistura de solo e água é passada por peneiras, lâminas de mistura e sprays de água. Isto lava e separa o limo e argila de solo de grão maior. Um pouco da poluição pode dissolver na água ou flutuar para o alto. A água de lavagem poluída é removida e então limpa em uma instalação de tratamento. A água de limpeza pode então ser reutilizada na unidade de esfregação ou descarregada.

O limo e a argila, que contêm a maioria da poluição, são testados quanto a agentes químicos. Algumas vezes toda a poluição é removida na água de lavagem, mas freqüentemente o limo e a argila precisam de limpeza adicional. O limo e a argila podem ser lavados novamente na unidade de esfregação ou limpos usando outro método tal como biorremediação ou dessorção térmica. Outra opção é descartar os sólidos poluídos em um depósito de lixo.

A areia e o cascalho que sedimentam no fundo da unidade de esfregação são também testados quanto a agentes químicos. Se a areia e o cascalho estiverem limpos, eles podem ser retornados para o sítio de origem. Se poluição ainda estiver presente, eles são lavados novamente na

unidade de esfregação. Se necessário, outro método é usado para completar o processo de limpeza.

5 Lavagem de solo é geralmente realizada no sítio. Isto evita os riscos envolvidos com transporte de solo poluído do sítio para a instalação de limpeza. Durante a escavação e limpeza, equipamento de controle da poluição do ar pode cuidar do pó e outros problemas de poluição do ar potenciais. Agentes químicos são raramente liberados da unidade de esfregação para o ar. No entanto, o ar pode ser testado no sítio para assegurar que agentes químicos não sejam liberados em quantidades perigosas. O solo é  
10 também submetido a teste para assegurar que ele seja limpo antes de ser posto de volta no sítio. Quando apropriadamente planejada e operada, lavagem de solo pode ser bastante segura.

A maior vantagem de lavagem de solo é que ela reduz a quantidade de solo que precisa de limpeza adicional. Esta redução pode diminuir o  
15 custo de limpeza e o custo de descarte de material poluído. Lavagem de solo pode remover muitos tipos de poluição. No entanto, métodos atuais de lavagem de solo são geralmente não muito eficazes em custo em sólidos com uma grande quantidade de limo ou argila. Ainda, métodos atuais de lavagem de solo não são ótimos e podem não remover todos os contaminantes de sólidos com uma grande quantidade de limo ou argila. Além disso,  
20 métodos atuais podem resultar em uma grande quantidade de água de refugo que requer tratamento adicional ou descarte como refugo. Deste modo, há a necessidade na técnica de um método mais eficaz e ambientalmente amigável de lavagem de solo.

## 25 Sumário da Invenção

As modalidades que seguem e seus aspectos são descritos e ilustrados em conjunto com composições e métodos que pretendem ser exemplares e ilustrativos, não limitantes em escopo.

A presente invenção descreve métodos de remoção de contaminante e remediação utilizando hidroescavação em combinação com solventes e/ou micróbios benéficos.  
30

Algumas modalidades provêem métodos para remediação de

solo compreendendo adição de um solvente ao solo; esfregação do solo; criação de uma pasta fluida; permitir que a pasta fluida sedimente e se separe em pelo menos duas camadas; e remoção de pelo menos uma das camadas, em que uma camada de fundo resultante da sedimentação e da separação compreende solo remediado.

5 Em uma modalidade, o método compreende ainda remoção do solo a ser remediado através de hidroescavação. Em outra modalidade, o sólido compreende solo grosso e solo fino e o método compreende ainda remoção de solo grosso. Em outra modalidade, o método compreende ainda  
10 mistura do solo em um misturador de alta pressão com o solvente. Em outra modalidade, mistura do solo no misturador de alta pressão pode compreender medição e mistura continuamente do solo com o solvente. Em outra modalidade, o método compreende ainda adição de micróbios benéficos ao solo e/ou ao solvente.

15 Em uma modalidade, o solo contém um contaminante. Em outra modalidade, o contaminante pode ser patógenos vivos, arsênico, metais em lixo; metil butil éter terciário (MTBE), material baseado em hidrocarbono ou suas combinações. Em outra modalidade, o material baseado em hidrocarbono pode ser óleo bruto, graxa, gasolina, combustível diesel, óleo combustí-  
20 tível ou suas combinações.

Em uma modalidade, o solvente pode compreender uma composição desengordurante. Em outra modalidade, a composição desengordurante pode compreender silicato de sódio. Em outra modalidade, a composição desengordurante pode compreender ainda farinha de soja, farinha de  
25 lignina e/ou pectina cítrica.

Em outra modalidade, esfregação do solo pode compreender passar uma mistura de solo e água compreendendo o solvente através de peneiras, lâminas de misturação e/ou sprays de água. Em outra modalidade, a pasta fluida pode se separar em pelo menos três camadas, uma camada  
30 de topo compreendendo um material de base de hidrocarbono, uma camada média compreendendo o solvente e a camada de fundo compreendendo o solo remediado, e o método pode compreender ainda remoção da camada

de topo para processamento adicional para recuperar óleo útil do material de base de hidrocarbono; e remoção da camada média para reutilização ou descarte.

Uma modalidade adicional da presente invenção provê um método para remediação do solo compreendendo remoção do solo compreendendo solo grosso e solo fino através de hidroescavação; adição de um solvente ao solo; esfregação do solo; remoção do solo grosso; mistura do solo fino em um misturador de alta pressão deste modo criando uma pasta fluida; permitir que a pasta fluida sedimente e se separe em pelo menos três camadas, em que a camada de topo compreende um material baseado em hidrocarbono, uma camada média compreende o solvente e uma camada de fundo resultando da sedimentação e da separação compreende o solo remediado; e remoção da camada de fundo compreendendo o solo remediado. Em uma modalidade, o método pode compreender ainda adição de micróbios benéficos ao solo e/ou ao solvente.

Outras modalidades da presente invenção compreendem métodos de remediação de materiais com contaminantes à base de hidrocarbono. Em uma modalidade, o método compreende remoção dos materiais através de hidroescavação; adição de uma composição desengordurante; criação de uma pasta fluida; permitir que a pasta fluida sedimente e se separe em pelo menos duas camadas; e extração de pelo menos uma de pelo menos duas camadas, em que a pelo menos uma camada compreende material remediado. Em uma modalidade, a composição desengordurante pode compreender silicato de sódio. Em outra modalidade, a composição desengordurante pode compreender ainda farinha de soja, farinha de lignina e/ou pectina cítrica. Em uma modalidade, a composição desengordurante pode ser adicionada à água que é utilizada por um hidroescavador. Em uma modalidade alternativa, o método pode compreender ainda adição de micróbios benéficos.

Outras características e vantagens da invenção se tornarão aparentes a partir da descrição detalhada que segue, tomada em conjunto com os desenhos acompanhantes que ilustram, a título de exemplo, várias características de modalidades da invenção.

### Breve Descrição das Figuras

Modalidades exemplares são ilustradas nas figuras referidas. É pretendido que as modalidades e figuras reveladas aqui sejam consideradas ilustrativas ao invés de restritivas.

5 A figura 1 mostra um fluxograma de um método de acordo com uma modalidade da presente invenção.

A figura 2 mostra um diagrama esquemático de uma mistura de alta pressão que pode ser usada com várias modalidades da presente invenção.

### 10 Descrição da Invenção

Todas as referências citadas aqui são incorporadas a título de referência em sua totalidade como se integralmente apresentada. A menos que de outro modo definido, termos técnicos e científicos usados aqui têm o mesmo significado que geralmente compreendido por uma pessoa versada na técnica à qual a presente invenção pertence. Singleton et al., *Dictionary of Microbiology and Molecular Biology*, 3<sup>a</sup> Ed., J. Wiley & Sons (Nova York, NY 2001) e March, *Advanced Organic Chemistry Reactions, Mechanisms and Structure*, 5<sup>a</sup> ed., J. Wiley & Sons (Nova York, NY 2001) provêem um versado na técnica com uma orientação geral para muitos dos termos usados no presente pedido.

20 Um versado na técnica vai reconhecer muitos métodos e materiais similares ou equivalentes àqueles descritos aqui, que poderiam ser usados na prática da presente invenção. Na verdade, a presente invenção não é de modo algum limitada aos métodos e materiais descritos. Para propósitos da presente invenção, os termos que seguem são definidos abaixo.

25 “Antibióticos” conforme aqui usado refere-se a uma substância que mata ou diminui o crescimento de bactérias. Antibióticos podem ser derivados de organismos vivos ou eles podem ser sintéticos.

30 “Biorremediação” conforme aqui usado refere-se ao uso de micróbios ou suas enzimas para diminuir a concentração de contaminantes, tal como compostos baseados em hidrocarbono, em uma amostra em um ambiente. Exemplos de amostras incluem, mas não estão limitados a, solo ou

água que contêm contaminantes. A amostra pode ser remediada enquanto presente no ambiente, ou remediada antes de ser introduzida ou reintroduzida no ambiente. A concentração de um contaminante pode ser diminuída através de técnicas, incluindo, mas não limitado a, digestão, dissolução, 5 quebra, remoção, decomposição ou degradação do composto.

“Micróbio benéfico” conforme aqui usado refere-se a microorganismos que têm capacidades de dar propriedades benéficas ao ambiente. “Capacidades benéficas” incluem, mas não estão limitadas a, habilidade de digerir, dissolver, quebrar, remover, decompor, degradar ou matar contami- 10 nantes. Exemplos de contaminantes incluem, mas não estão limitados a, patógenos vivos, arsênico, metais em lixos, metil butil éter terciário (“MT-BE”), material de refugo e material baseado em hidrocarbono, tal como óleo. Exemplos de tais micróbios incluem, mas não estão limitados a, bactérias, fungos, leveduras e algas.

15 “Probióticos” conforme aqui usado refere-se a bactérias ou leveduras benéficas. Exemplos de probióticos incluem, mas não estão limitados a, *Bifidobacterium*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium breve*, *Bifidobacterium infantis*, *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, 20 *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus GG*, *Streptococcus thermophilus*, *Enterococcus* e *Saccharomyces boulardii*.

“Composição desengordurante” conforme aqui usado refere-se a composições orgânicas ou inorgânicas que são capazes de dissolver, quebrar, remover, decompor ou degradar substâncias baseadas em hidrocarbono. A composição desengordurante pode existir como um sólido, líquido ou 25 gás. Em várias modalidades, a composição desengordurante pode compreender um ou mais do que segue: farinha de soja, farinha de lignina, pectina cítrica e silicato de sódio.

30 “Solvente” conforme aqui usado refere-se a qualquer composição capaz de dissolver ou dispersar uma ou mais outras substâncias. O solvente usado em várias modalidades da presente invenção pode compreender um ou mais do que segue: uma composição desengordurante, silicato de

sódio, uma composição conforme descrito na Patente U.S. Nº 5.306.351 e uma solução de dispersão conforme descrito na Patente U.S. Nº 5.306.351.

“Tratar”, “tratando” ou “tratamento” conforme aqui usado refere-se a um processo em que o objetivo é diminuir a concentração de um contaminante, por exemplo, através de digestão, dissolução, quebra, remoção, decomposição, degradação ou morte do contaminante, mesmo se o tratamento for por fim mal-sucedido.

A presente invenção descreve métodos de remoção de contaminante e remediação utilizando hidroescavação em combinação com solventes e/ou micróbios benéficos.

Várias modalidades da presente invenção são úteis para limpeza de solo incluindo, mas não limitado, a pedra, cascalho, areia, limo e argila com contaminantes tal como patógenos vivos, arsênico, metais em lixo, MT-BE, material de refugio e material baseado em hidrocarbono; por exemplo, óleo bruto, graxa, produtos de petróleo tal como gasolina, combustível diesel e óleo combustível. A contaminação pode ser um resultado de, por exemplo, respingos de óleo, rompimentos de oleoduto, vazamento de tanques de combustível, operações industriais e similar.

Modalidades da presente invenção podem compreender uma ou mais das etapas que seguem em qualquer ordem desejada conforme mostrado na Figura 1. Na etapa **101**, hidroescavação é usada para remover o solo que contém contaminantes. Na etapa **102**, o solo removido sofre esfregação primária. Na etapa **108**, solo mais grosso pode ser removido após esfregação primária. Na etapa **103**, mistura de alta pressão é realizada no solo ou no solo mais fino então gerando uma pasta fluida. Na etapa **104**, a pasta fluida é deixada sedimentar e se separar. Na etapa **109**, o óleo pode ser removido da camada de topo e ser recuperado na etapa **110** através de tratamento e/ou processamento adicional. Na etapa **111**, o solvente pode ser removido da camada média e pode ser reutilizado na etapa **112**. Na etapa **105**, o solo ou o solo mais fino pode ser removido da camada de fundo e na etapa **106** micróbios benéficos podem ser adicionados ao solo ou ao solo mais fio e então retornado para o sítio de escavação na etapa **107**. Alternati-

vamente, na etapa 107, o solo ou o solo mais fino pode ser retornado para o sítio de escavação sem a adição de micróbios benéficos. Em uma modalidade alternativa adicional, o sólido ou o sólido mais fino pode ser usado para qualquer outro propósito como será prontamente compreendido por aqueles versados na técnica: por exemplo, para land farming.

A adição de solvente e/ou micróbios pode ser realizada durante uma ou mais etapas; por exemplo, durante hidroescavação, esfregação primária e mistura com alta pressão.

O solvente usado em conjunto com várias modalidades da presente invenção pode ser um solvente com capacidades desengordurantes. Um solvente com capacidades desengordurantes pode compreender uma composição desengordurante. Um exemplo de uma composição desengordurante pode ser encontrado na Patente U.S. Nº 5.306.351, "Waste Oil Removal Composition and Method" que é incorporada aqui a título de referência em sua totalidade como se integralmente apresentada. Alternativamente, o solvente pode compreender silicato de sódio. Outros exemplos de solventes com capacidades desengordurantes serão prontamente identificados e compreendidos por aqueles versados na técnica.

Compostos e tecnologia desengordurantes (tal como aqueles descritos na Patente U.S. Nº 5.306.351) encontraram usos comerciais. Por exemplo, certas leis estaduais requerem que tanques de armazenamento de óleo sejam periodicamente esvaziados e inspecionados quanto a vazamentos. Um aspecto difícil neste processo de inspeção é a remoção de lodo de óleo bruto acumulado geralmente referida como "fundos de tanque". O lodo semi-sólido e sólido é geralmente classificado como materiais de refugo perigosos, que devem ser removidos e descartados como tal. O processo de remoção é tipicamente intensivo em tempo, trabalho e transporte, resultando em custos significantes aos donos de tanque. Os fundos de tanque classificados como refugo perigoso devem ser transportados para um sítio de descarte de refugo perigoso de "Classe 1" em que taxas de entrada são cobradas para esvaziamento e limpeza dos caminhões a vácuo. Taxas de manuseamento e processamento são cobradas pelos operadores do sítio de des-

carte. Ainda, tecnologias de limpeza comuns tipicamente aumentam o volume total de material de refugo em 100% a 300% na forma de vapor condensado e/ou *cutter stock* tal como combustível diesel. Em contraste, a tecnologia desengordurante descrita na Patente U.S. Nº 5.306.351 aumenta o volume total do material de refugo em apenas 15% a 25%. Ainda, lodo de óleo de refugo pode ser processado no sítio de limpeza para separar o óleo reutilizável de pedras e sólidos granulares capturados durante a fase de perfuração. O óleo bruto recuperado então se torna um produto final valioso ao invés de um produto de refugo caro.

10                    Micróbios benéficos, tal como probióticos, bactérias, fungos, levedura e algas podem ser usados para digerir, dissolver, quebrar, remover, decompor, degradar e/ou matar contaminantes, incluindo material de refugo baseado em hidrocarbono, tal como óleo. WMI-2000, fabricado e distribuído pela WMI International, Inc. (Houston, TX), é um exemplo, de micróbios benéficos que podem ser usados. WMI-2000 é um agente de biorremediação listado no *National Oil and Hazardous Substances Pollution Contingency Plan (NCP) Schedule*. Outros agentes de biorremediação que aparecem no *NCP Schedule* podem ser também usados. Exemplos adicionais do uso de micróbios benéficos podem ser encontrados nas, por exemplo, Patentes

15                    U.S. Nºs 6.884.301 (“Biological Cleaning System Comprising Microbes for Digesting Oils and/or Greases”), 6.787.034 (“Compositions for Removing Hydrocarbons and Halogenated Hydrocarbon from Contaminated Environments”) e 6.746.180 (“Remediation of Contaminants Including Low Bioavailability Hydrocarbons”). Um versado na técnica vai reconhecer usos e fontes

20                    adicionais de micróbios benéficos para digerir, dissolver, quebrar, remover, decompor, degradar e/ou matar contaminantes, incluindo material de refugo baseado em hidrocarbono, tal como óleo. Em modalidades alternativas da presente invenção, qualquer micróbio benéfico único ou uma combinação de micróbios benéficos pode ser usado.

### 30    Hidroescavação com Solventes

Hidroescavação é um método de escavação com água, utilizando água pressurizada e processos a vácuo para escavar um buraco ou uma

5 área. Hidroescavação reduz o risco de dano a infra-estruturas subterrâneas existentes, tal como cabos de fibra óptica, tubulações de esgoto, linhas de gás perigosas ou linhas de processo. Ainda, hidroescavação permite que operadores escavem em áreas restritas em que equipamento fora-de-  
10 estrada não pode ser utilizado, tal como argila, piso congelado, terreno rochoso e superfícies sob concreto. Durante escavação, água pressurizada (por exemplo, de a partir de cerca de 13789,52 a cerca de 55158,08 kPa (2.000 a cerca de 8.000 psi) pode ser usar para penetrar a área alvo, tal como solo, argila, piso congelado, terreno rochoso, superfícies abaixo do concreto, tanques de óleo, tambores de óleo, poços de óleo e reservatórios de  
15 óleo. Um versado na técnica vai prontamente reconhecer a pressão apropriada para a água ou solução usada. Em modalidades particulares, certas pressões podem ser úteis, por exemplo, (1) para remoção de lama de uma superfície, pressões de até 34473,8 kPa (5000 psi), e, em particular pressões de cerca de 13789,52 a cerca de 27579,04 kPa (2000 a cerca de 4000 psi) e pressões de cerca de 20684,28 (3000 a cerca de 4000 psi); e (2) para fluidização de poços ou reservatórios de óleo, pressões de até cerca de 27579,04 a cerca de 48263,32 kPa (4000 a cerca de 7000 psi) e cerca de 27579,04 a cerca de 55158,06 kPa (4000 a cerca de 8000 psi), respectivamente.  
20 A pasta fluida resultante, tal como mistura de água e solo, é aspirada para cima e pode ser jogada fora no ou fora do sítio. Se a pasta fluida contiver contaminantes, ela pode ser também recolocada em um depósito de lixo aprovado pela EPA. Deste modo, várias modalidades da presente invenção provêm remediação do solo contaminado.

25 Modalidades adicionais incluem fluidização e escavação de poços de petróleo. Poços de petróleo podem conter óleos brutos sólidos e desidratados. Em uma modalidade, o equipamento de hidroescavação pode injetar água em cerca de 75,7 a cerca de 113,55 l/min (20 a cerca de 30 galões por minuto) e pressões de cerca de 27579,04 a cerca de 48263,32 kPa  
30 (4000 a cerca de 7000 psi). Isto pode ser feito em temperaturas ambiente. A pasta fluida resultante pode ser aspirada a vácuo e transportada para um sistema de recuperação de óleo.

Outra modalidade inclui fluidização e escavação de reservatório de óleo. Este processo pode ser realizado por caminhões especialmente equipados. Os caminhões especialmente equipados têm componentes estendidos para entrar em contato com e fluidizar o reservatório. O equipamento de hidroescavação pode injetar a água em pressões de cerca de 27579,04 a cerca de 55158,08 kPa (4000 a cerca de 8000 psi) a cerca de 20% do volume. Isto pode ser feito em temperatura ambiente. A pasta fluida resultante pode ser aspirada a vácuo e transportada para um sistema de recuperação de óleo.

10                    Modalidades adicionais podem utilizar robôs para realizar qualquer uma das operações acima mencionadas. Os robôs podem ser hidráulicamente acionados e podem ter a habilidade de movimentação para qualquer e todas as direções. Os robôs podem ter um componente de fluidização para injetar as composições da invenção, e um componente de aspiração a vácuo para bombear a pasta fluida resultante.

15                    Em várias aplicações, um solvente é adicionado à água utilizada pelo equipamento de hidroescavação. O solvente pode ser um solvente com capacidades desengordurantes. Um solvente com capacidades desengordurantes pode compreender uma composição desengordurante. Em uma modalidade o solvente compreende uma composição ou solução de dispersão conforme descrito na Patente U.S. Nº 5.306.351. Em outra modalidade, o solvente compreende silicato de sódio. O uso de um solvente para remoção de óleo em conjunto com hidroescavação pode permitir tratamento e remoção simultâneos das áreas ou substâncias alvo, tal como solo, argila, piso congelado, terreno rochoso, área por baixo de superfícies de concreto, tanques de óleo, tambores de óleo, poços de óleo e reservatórios de óleo. O equipamento de hidroescavação põe o solvente em contato com a área alvo, tal como solo, que cria uma mistura do tipo pasta fluida. O equipamento de hidroescavação também aspira com vácuo mistura do tipo pasta fluida para removê-la para separação dos componentes da mistura no sítio, em trânsito ou fora do sítio. Tecnologia desengordurante pode ser também utilizada para separar componentes diferentes de uma mistura que é aspirada a vácuo pe-

lo equipamento de hidroescavação. Em aplicações adicionais do processo, o óleo pode ser recuperado e reutilizado.

Uma solução de dispersão é descrita pela Patente U.S. Nº 5.306.351. Soluções de dispersão alternativas podem ser feitas de silicato de sódio e água, em concentrações variáveis. Ainda outras soluções de dispersão podem ser feitas a partir de uma mistura de quatro componentes: farinha de soja, farinha de lignina, pectina cítrica e silicato de sódio em combinações variáveis. Componentes adicionais tal como tensoativos não-iônicos podem ser adicionados. A solução de dispersão pode ser injetada em uma alta pressão, conforme necessário, na massa de material. Alternativamente, a solução de dispersão pode ser vigorosamente misturada, usando um processo de mistura de alta pressão, com o material contaminado a ser removido.

A solução de dispersão é baseada em água, apesar disso faz com que o hidrocarbono se torne fluido e retarde auto-adesão. O retardamento de auto-adesão é suficiente para permitir remoção.

O processo de aspiração a vácuo pode ser realizado simultaneamente ou após o solvente ser posto em contato com a área alvo.

Em uma modalidade alternativa, equipamento de hidroescavação pode ser utilizado para penetrar na área alvo, tal como óleo, argila, piso congelado, terrenos rochoso ou uma área por baixo de uma superfície de concreto, com um solvente para então introduzir e pôr em contato o solvente com a área alvo. Em tais modalidades, o estágio de aspiração a vácuo de hidroescavação não precisa ser realizado.

Em outras modalidades, o solvente pode ser adicionado em qualquer um ou mais estágios do processo de hidroescavação, incluindo antes (isto é, através de introdução do solvente na água de hidroescavação), durante (isto é, através da introdução do solvente na água de hidroescavação substancialmente conforme ela começa a ser introduzida em uma área alvo) e após (isto é, como uma etapa de tratamento após solo ou outro substrato alvo ser removido do chão) o processo de hidroescavação. Além disso, o solvente pode ser introduzido em qualquer um ou todos os estágios acima

mencionados na hidroescavação ou em série ou em paralelo. Em modalidades adicionais, o solvente pode ser usado no local, em trânsito ou em uma instalação. Qualquer combinação desses é compreendida como estando dentro do escopo da presente invenção.

#### 5 Adição de Micróbios Benéficos

Em outra modalidade, um ou mais tipos de micróbios benéficos são adicionados à água utilizada pelo equipamento de hidroescavação. Micróbios benéficos são geralmente não-patogênicos, no entanto, micróbios benéficos patogênicos podem ser também usados.

10 O uso de micróbios para remoção de óleo em conjunto com hidroescavação pode permitir tratamento e remoção simultâneos das áreas ou substâncias alvo, tal como solo, argila, piso congelado, terreno rochoso, áreas por baixo de superfície de concreto, tanques de óleo, tambores de óleo, poços de óleo e reservatórios de óleo. O equipamento de hidroescavação

15 põe os micróbios para remoção de óleo em contato com a área alvo, tal como solo, que cria uma mistura tipo pasta fluida. O equipamento de hidroescavação também aspira com vácuo mistura do tipo pasta para removê-la para separação dos componentes da mistura no sítio, em trânsito ou fora do sítio.

20 Em uma modalidade adicional, um solvente e micróbios benéficos são adicionados à água utilizada pelo equipamento de hidroescavação. Em uma modalidade particular, micróbios benéficos são adicionados a uma solução de dispersão para remoção de óleo, conforme descrito na Patente U.S. Nº 5.306.351, que é por sua vez utilizada pelo equipamento de hidroescavação.

25

Em uma modalidade adicional, um antibiótico pode ser também adicionado à água utilizada pelo equipamento de hidroescavação.

O uso de micróbios benéficos e solventes em conjunto com hidroescavação pode permitir tratamento e remoção simultâneos das áreas ou substâncias alvo, tal como solo, argila, piso congelado, terreno rochoso, áreas por baixo de uma superfície de concreto, tanques de óleo, tambores de

30 óleo, poços de óleo e reservatórios de óleo. O equipamento de hidroescava-

ção põe os micróbios benéficos e solvente em contato com a área alvo, tal como solo, que cria uma mistura do tipo pasta fluida. O equipamento de hidroescavação também aspira a vácuo a mistura do tipo pasta fluida para removê-la para separação da composição da mistura no sítio, em trânsito ou  
5 fora do sítio. O processo de aspiração a vácuo pode ser realizado simultaneamente ou após os micróbios benéficos e solvente terem sido postos em contato com a área alvo.

Em uma modalidade alternativa, equipamento de hidroescavação pode ser utilizado para penetrar uma área alvo, tal como solo, argila,  
10 piso congelado, terreno rochoso ou uma área por baixo de uma superfície de concreto, com água contendo os micróbios benéficos e o solvente para então introduzir e pôr em contato os micróbios benéficos e solvente com a área alvo. Em tais modalidades, o estágio de aspiração a vácuo da hidroescavação não precisa ser realizado.

15 Em outras modalidades, as composições (isto é, compreendendo micróbios benéficos, um solvente ou ambos) podem ser adicionadas em qualquer um ou mais estágios do processo de hidroescavação, incluindo antes (isto é, através de introdução da composição na água de hidroescavação), durante (isto é, através da introdução das composições na água de  
20 hidroescavação substancialmente conforme ela está sendo introduzida em uma área alvo) e após (isto é, como uma etapa de tratamento após solo ou outro substrato alvo ser removido do chão) do processo de hidroescavação. Além disso, as composições podem ser introduzidas em qualquer um ou todos os estágios acima mencionados em hidroescavação ou em série ou em  
25 paralelo. Em modalidades adicionais, as composições podem ser usadas no sítio, em trânsito ou em uma instalação. Qualquer combinação desses é compreendida como estando dentro do escopo da presente invenção.

Em uma modalidade adicional, o sólido é tratado mais através de um método biológico para purificação final. Micróbios benéficos podem  
30 ser adicionados para descontaminar mais o solo. Várias modalidades da presente invenção permitem remoção rápida do óleo, graxa ou combustível contaminante e podem deixar um pequeno resíduo do solvente, que pode

ser em si prontamente biodegradável e pode promover o crescimento dos micróbios benéficos que degradam quaisquer traços residuais dos contaminantes.

5 Ainda, é compreendido que este método de remediação de solo pode ser condescendente à adição de outros agentes químicos, tal como sabões, tensoativos e outros materiais tendo afinidade para os contaminantes para os quais remoção é buscada.

#### Esfregação primária

10 Em várias modalidades, um solvente pode ser adicionado antes e/ou durante o processo de esfregação primária. O processo de esfregação primária pode ser realizado através de qualquer método conhecido na técnica. Por exemplo, uma mistura de solo, água e/ou solvente é passada por peneiras, lâminas de mistura e sprays de água. Em uma modalidade, o spray de água pode pulverizar o solvente. O solvente pode ser solvente com  
15 capacidades desengordurantes. Um solvente com capacidades desengordurante pode compreender uma composição desengordurante. Em uma modalidade o solvente compreende uma composição ou solução de dispersão conforme descrito na Patente U.S. Nº 5.306.351. Em outra modalidade, o solvente compreende silicato de sódio.

20 Em ainda uma modalidade adicional, micróbios benéficos podem ser adicionados antes e/ou durante o processo de esfregação primária.

#### Separação de Contaminantes e Solo

25 O material removido pode ser posto em um tanque de sedimentação para permitir que o material de hidrocarbono sofra separação do solvente e readesão, se necessário.

30 Em um tanque de sedimentação, contaminantes ou materiais inorgânicos tal como solo, areia, sujeira, limo, argila, etc, tendo uma afinidade maior com o solvente vão sair da solução. Esta ação pode ser aumentada com o uso de pressão maior no sítio de remoção, e/ou com o uso de agitação violenta antes de permitir que eles sedimentem. Devido a diferenças de densidade, o material de hidrocarbono vai flutuar acima do solvente solúvel em água, enquanto a sujeira e contaminantes inorgânicos cairão para o fun-

do do solvente. Isto permite que o solvente seja novamente retirado de um tanque de sedimentação e reciclado através do sistema a ser usado para desalojar e transportar mais do material a ser removido.

#### Processo de Mistura de Alta Pressão

5 O processo de mistura de alta pressão pode ser realizado através de qualquer método conhecido na técnica. Por exemplo, a Patente U.S. Nº 3.468.322, aqui incorporada a título de referência em sua totalidade como se integralmente apresentada, provê uma descrição de um processo e aparelho de mistura de alta pressão que podem ser usados com várias modalidades da presente invenção.

10 O processo de mistura de alta pressão está continuamente medindo e rapidamente misturando sólido fino com um solvente. O solvente pode ser um solvente com capacidades desengordurantes. Um solvente com capacidades desengordurantes pode compreender uma composição desengordurante. Em uma modalidade o solvente compreende uma composição ou solução de dispersão conforme descrito na Patente U.S. Nº 5.306.351. Em outra modalidade, o solvente compreende silicato de sódio.

20 O solo com solvente forma uma pasta fluida líquida. A pasta fluida é então distribuída em uma corrente de fluxo de solvente, geralmente em uma base proporcionada. A mistura de solvente-pasta fluida é então forçada através de um indutor de turbulência compreendendo um conduíte em que há pelo menos um comprimento estendido de cadeia. De preferência, o número de cadeias deve ser suficiente para encher livremente o conduíte. Taxas de dispersão e dissolução boas podem ser conseguidas com cadeias mais longas.

25 O processo pode ser melhor compreendido com referência à Figura 2, um fluxograma do processo e aparelho para implementação do mesmo de acordo com uma modalidade da presente invenção. Na Figura 2, uma mistura T **207** é fornecida com solvente **201** por meio de uma bomba centrífuga **202** através de uma linha. A taxa de fluxo é medida com um medidor de fluxo **203**. Uma pasta fluida de solo **206** é bombeada por meio de uma bomba pistão **205** através da linha para a mistura T **207**. A mistura re-

sultante da confluência de solvente e pasta fluida de solo sai da mistura T através da linha para um indutor de turbulência **210** compreendendo um conduíte contendo vários comprimentos de cadeias **209**. Esses comprimentos de cadeia são fixados em uma extremidade a uma tampa **208** (*header cap*) no conduíte a montante da entrada da mistura de solvente e pasta fluida. Juntos eles formam um leito de cadeia. Na extremidade de descarga do conduíte e na mistura T estão gauges de pressão **211** e **204**, respectivamente. Bomba centrífuga **202** e bomba pistão **205** podem ser operadas em taxas relativas para dar uma proporção desejada de solo para solvente. As setas **213**, **214** e **215** mostram a direção de fluxo das substâncias. A taxa de bombeamento de pasta fluida vai, com certeza, ser dependente da concentração do solo na pasta fluida. Isto pode ser qualquer quantidade que possa convenientemente ser fluidizada no não-solvente. Normalmente solo não vai exceder 40 por cento em peso da pasta fluida líquida. A taxa de pressão e fluxo através do indutor de turbulência é mantida em um nível suficiente para dar a dispersão eficaz e dissolução rápida. Quedas de pressão eficazes, entre os gauges a montante e a jusante, podem variar de acordo com o design do indutor de turbulência. Com conduítes maiores, taxas de fluxo mais altas podem ser requeridas para dar uma queda de pressão desejada. O número de cadeias e comprimentos dentro do indutor de turbulência e o *design* ou tamanho das ligações de cadeia também afetam a queda de pressão. Aumento da densidade de enchimento de cadeia, isto é, aumentando do número de comprimentos de cadeia e ligações de cadeia dentro de cada comprimento, tem uma influência positiva sobre a queda de pressão por comprimento de unidade de indutor de turbulência. A queda de pressão total pode ser também variada aumentando o comprimento do leito de cadeia dentro do indutor de turbulência. Quedas de pressão através do indutor de turbulência de cerca de 344,74 a 1378,96 kPa (50 a 200 libras por polegada quadrada) vão dar boas taxas de dispersão e solução.

Várias modificações são possíveis dentro deste aparelho. Através da adição de conduítes cheios com cadeia, mais dispersão e mistura podem ser induzidas. Em casos em que mais queda de pressão for requeri-

da, bombas adicionais podem ser adicionadas junto com condutas.

A mistura de solvente-pasta fluida formada na mistura T é submetida à mistura uniforme ao longo do curso de fluxo tortuoso definido pelos comprimentos de cadeia estendidos dentro do indutor de turbulência. Quando da descarga do indutor de turbulência, o sistema solvente-pasta fluida sofreu mistura adequada para produzir uma boa dispersão dos sólidos sem o uso de agitação severa ou de cisalhamento.

### Exemplos

Os exemplos que seguem são providos para ilustrar melhor a invenção reivindicada e não devem ser interpretados como limitantes do escopo da invenção. Até o ponto que materiais específicos são mencionados, é meramente para o propósito de ilustração e não pretende limitar a invenção. Um versado na técnica pode desenvolver meios ou reagentes equivalentes sem o exercício de capacidade inventiva e sem se afastar do escopo da invenção.

### Exemplo 1

#### Hidroescavação de solo contaminado

O equipamento de hidroescavação utilizando um líquido é usado para aplicar o líquido em um solo contaminado em uma alta pressão. O líquido compreende qualquer uma ou mais das combinações que seguem: (1) uma composição desengordurante adicionada à água, (2) a composição desengordurante descrita na Patente U.S. Nº 5.306.351 adicionada à água, (3) uma solução de dispersão para remoção de óleo descrita na Patente U.S. Nº 5.306.351, (4) micróbios benéficos adicionados à água, (5) micróbios benéficos e uma composição desengordurante adicionados à água, (6) micróbios benéficos e a composição desengordurante descrita na Patente U.S. Nº 5.306.351 adicionados à água, (7) micróbios benéficos e uma solução de dispersão para remoção de óleo descrita na Patente U.S. Nº 5.306.351, (8) silicato de sódio adicionado à água e (9) antibióticos. O equipamento de hidroescavação aspira a vácuo a pasta fluida contaminada para um compartimento para separação, tal como um trailer de separação. No trailer de separação, a pasta fluida é separada em camadas contendo o contaminante, tal

como óleo (isto é, camada de topo), o líquido (isto é, a camada média) e o solo (isto é, a camada de fundo). Um versado na técnica vai prontamente compreender que a pasta fluida pode ser separada em mais de três camadas. O contaminante, tal como óleo, é removido do topo; o líquido pode ser reutilizado; e o solo pode ser retornado para seu ambiente original. O processo de separação pode ser realizado no sítio, em trânsito ou fora do sítio.

Alternativamente, uma composição compreendendo micróbios benéficos, uma composição desengordurante ou ambos pode ser adicionada em qualquer um ou mais estágios do processo de hidroescavação, incluindo antes do (isto é, através da introdução da composição na água de hidroescavação), durante (isto é, através da introdução da composição na água de hidroescavação substancialmente conforme ela está sendo introduzida em uma área alvo) e após (isto é, como uma etapa de tratamento após solo ou outro substrato alvo ser removido do chão) processo de hidroescavação. Além disso, a composição pode ser introduzida em qualquer um e todos os estágios acima mencionados em hidroescavação ou em série ou em paralelo. Em modalidades adicionais, as composições podem ser usadas no sítio ou em uma instalação. Qualquer combinação desses é compreendida como estando dentro do escopo da presente invenção.

#### 20 Exemplo 2

Uma solução de dispersão da Patente U.S. Nº 5.306.351 é injetada no poço de óleo em uma pressão de cerca de 27579,04 a cerca de 48263,32 kPa (4000 a cerca de 7000 psi) em temperatura ambiente. A pasta fluida resultante é aspirada a vácuo e transportada para um sistema de recuperação de óleo. Em uma aplicação em fluidização de reservatórios de óleo, este processo é realizado por caminhões especialmente equipados. Os caminhões especialmente equipados têm componentes estendidos para atingir e fluidizar o reservatório. As composições da invenção são injetadas em pressões de cerca de 27579,04 a cerca de 55158,08 kPa (4000 a cerca de 8000 psi) em cerca de 20% do volume em temperatura ambiente. A pasta fluida resultante é aspirada a vácuo e transportada para um sistema de recuperação de óleo.

### Exemplo 3

Mistura de lodo, lama de perfuração, sujeira e/ou restos sofre esfregação primária com o uso de uma solução de dispersão da Patente U.S. Nº 5.306.351. Partículas de solo grossas são removidas. Uma solução de dispersão da Patente U.S. Nº 5.306.351 e/ou micróbios benéficos é misturada com as partículas de solo finas em um processo de mistura de alta pressão. A mistura sofre sedimentação e separação em um tanque separado. O óleo do topo é removido e recuperado para uso. A solução de dispersão é retirada e pode ser reutilizada. As partículas de solo finas podem ser retornadas para o lugar de origem. Micróbios benéficos podem ser adicionados às partículas de solo finas antes, durante transporte ou após o solo ser retornado para o lugar de origem.

Embora a descrição acima se refira a modalidades particulares da presente invenção, deve ser prontamente aparente às pessoas versadas na técnica que várias modificações podem ser feitas sem se afastar do seu espírito. As reivindicações acompanhantes pretendem cobrir todas tais modificações que se encaixarem nos verdadeiros espírito e escopo da invenção. As modalidades aqui reveladas devem, então, ser consideradas em todos os aspectos como ilustrativas e não restritivas, o escopo da invenção sendo indicado pelas reivindicações apenas ao invés da descrição acima. Todas as mudanças que estiverem dentro do sentido de e faixa de equivalência das reivindicações pretendem ser compreendidas aqui.

## REIVINDICAÇÕES

1. Processo para remediação de solo compreendendo:  
adição de um solvente ao solo;  
esfregação do solo;  
5 criação de uma pasta fluida;  
permitir que a pasta fluida sedimente e se separe em pelo me-  
nos duas camadas; e  
remoção de pelo menos uma das camadas,  
em que uma camada inferior resultando da sedimentação e da  
10 separação compreende solo remediado.
2. Método de acordo com a reivindicação 1, compreendendo a-  
inda remoção do solo a ser remediado através de hidroescavação.
3. Método de acordo com a reivindicação 1, em que o solo com-  
preende solo grosso e solo fino e o método compreende ainda remoção do  
15 solo grosso.
4. Método de acordo com a reivindicação 1, compreendendo a-  
inda mistura do solo em um misturador de alta pressão com o solvente.
5. Método de acordo com a reivindicação 4, em que a mistura do  
solo no misturador de alta pressão compreende contagem e mistura contí-  
20 nuas do solo com o solvente.
6. Método de acordo com a reivindicação 1, compreendendo a-  
dição de micróbios benéficos ao solo e/ou ao solvente.
7. Método de acordo com a reivindicação 1, em que o solo con-  
tém um contaminante.
- 25 8. Método de acordo com a reivindicação 7, em que o contami-  
nante é selecionado do grupo consistindo em patógenos vivos, arsênico,  
metais em lixos, metil butil éter terciário (MTBE), material baseado em hidro-  
carbono e suas combinações.
9. Método de acordo com a reivindicação 8, em que o material  
30 baseado em hidrocarbono é selecionado do grupo consistindo em óleo bruto,  
gordura, gasolina, combustível diesel, óleo combustível e suas combinações.
10. Método de acordo com a reivindicação 1, em que o solvente

compreende uma composição desengordurante.

11. Método de acordo com a reivindicação 10, em que a composição desengordurante compreende silicato de sódio.

12. Método de acordo com a reivindicação 11, em que a composição desengordurante compreende ainda farinha de soja, farinha de lignina e/ou pectina cítrica.

13. Método de acordo com a reivindicação 1, em que esfregamento do solo compreende passar uma mistura de solo e água compreendendo o solvente através de peneiras, lâminas de mistura e/ou pulverizadores de água.

14. Método de acordo com a reivindicação 1, em que a pasta fluida se separa em pelo menos três camadas, uma camada superior compreendendo um material baseado em hidrocarbono, uma camada média compreendendo o solvente e a camada inferior compreendendo o solo remediado, e o método compreende ainda:

remoção da camada superior para processamento adicional para recuperar óleo útil do material baseado em hidrocarbono; e

remoção da camada média para reutilização e descarte.

15. Método de remediação de materiais com contaminantes baseados em hidrocarbono compreendendo:

remoção dos materiais através de hidroescavação;

adição de uma composição desengordurante;

criação de uma pasta fluida;

Permitir que a pasta fluida sedimente e se separe em pelo menos duas camadas; e

extração de pelo menos uma das pelo menos duas camadas,

em que pelo menos uma camada compreende material remediado.

16. Método de acordo com a reivindicação 15, em que a composição desengordurante compreende silicato de sódio.

17. Método de acordo com a reivindicação 16, em que a composição desengordurante compreende ainda farinha de soja, farinha de lignina

e/ou pectina cítrica.

18. Método de acordo com a reivindicação 15, em que a composição desengordurante é adicionada à água que é utilizada por um hidroescavador.

5 19. Método de acordo com a reivindicação 15, compreendendo ainda adição de micróbios benéficos.

20. Método para remediação de solo compreendendo:

remoção do solo compreendendo solo grosso e solo fino através de hidroescavação;

10 adição de um solvente ao solo;

esfregamento do solo;

remoção do solo grosso;

mistura do solo fino em um misturador de alta pressão desse modo criando uma pasta fluida;

15 permitir que a pasta sedimente e se separe em pelo menos três camadas, em que uma camada superior compreende um material baseado em hidrocarbono, uma camada média compreende o solvente e uma camada inferior resultante da sedimentação e da separação compreende o solo remediado; e

20 remoção da camada inferior compreendendo o solo remediado.

21. Método de acordo com a reivindicação 20, em que o método compreende ainda adição de micróbios benéficos ao solo e/ou ao solvente.

Fig. 1

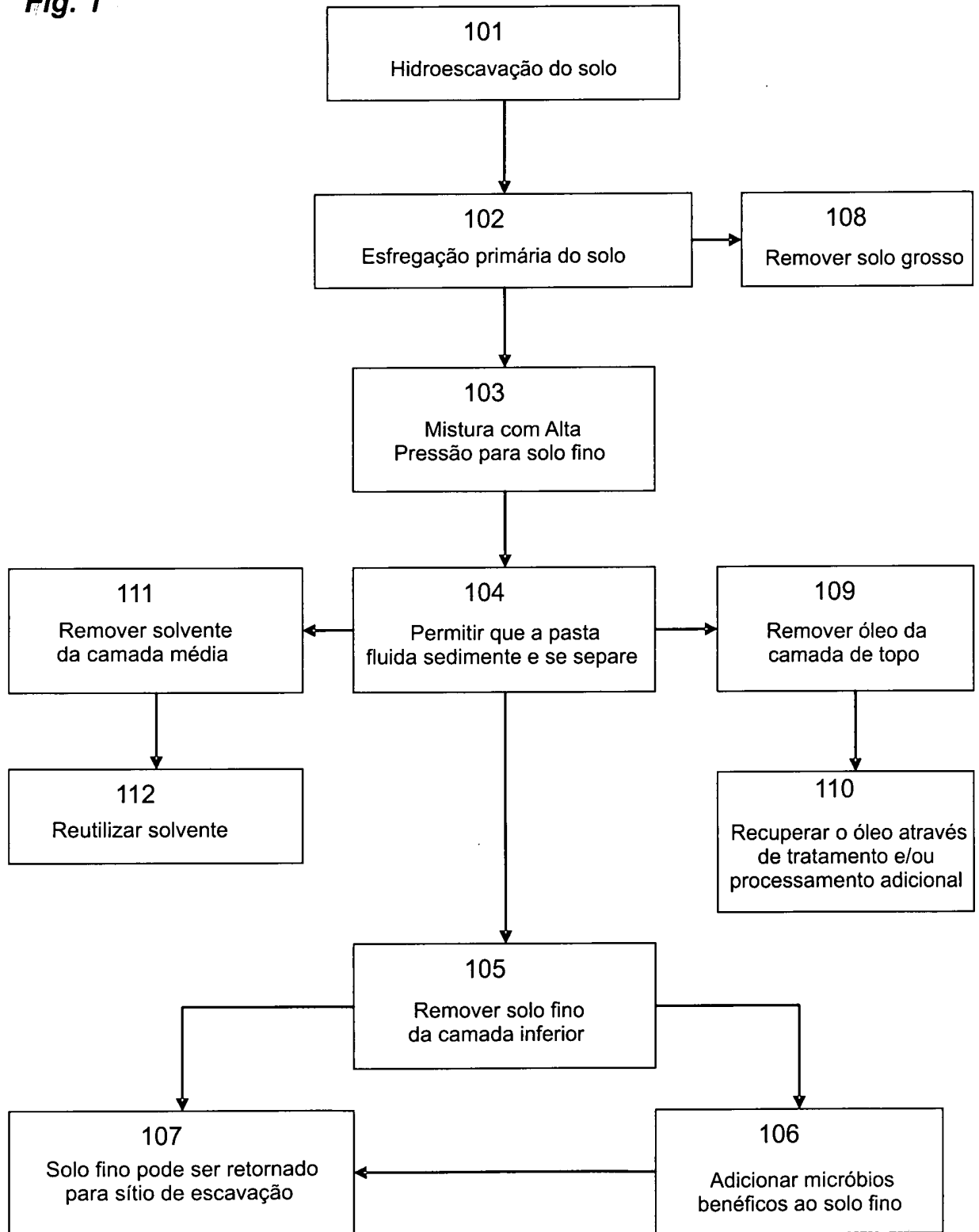
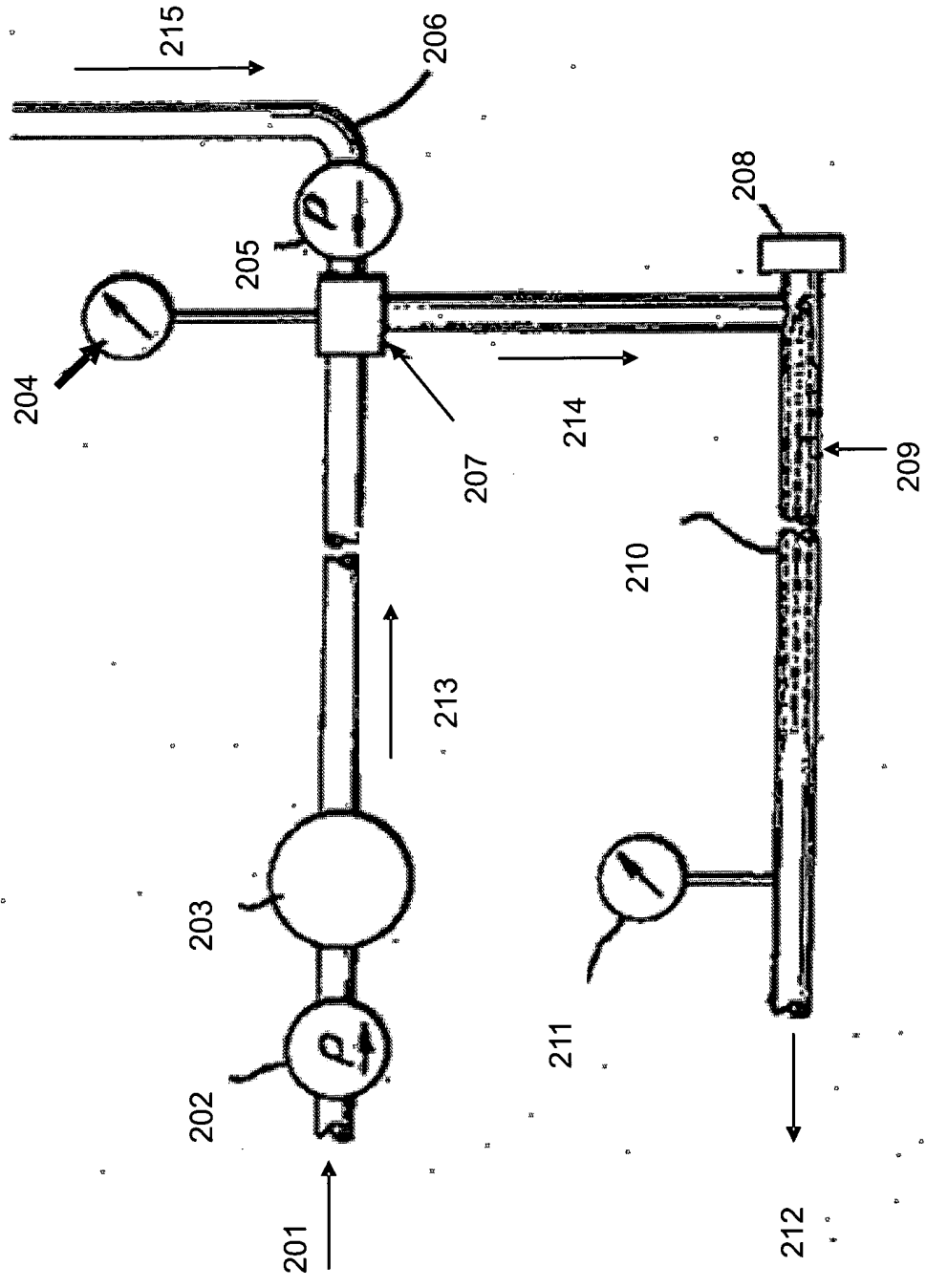


Fig. 2



**RESUMO**

**Patente de Invenção: "REMEDIAÇÃO COM HIDROESCAVAÇÃO E SOLVENTES".**

A presente invenção refere-se a métodos de remoção de contaminante e remediação utilizando hidroescavação em combinação com solventes e/ou micróbios benéficos, para esfregação primária e mistura em alta pressão do solo. Várias modalidades da presente invenção são úteis para limpeza do solo com contaminantes, incluindo, mas não limitado a, materiais baseados em hidrocarbono. O solvente usado em conjunto com várias modalidades da presente invenção compreende uma composição desengordurante, que pode compreender silicato de sódio.