



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

(21) **PI0710141-4 A2**



* B R P I 0 7 1 0 1 4 1 A 2 *

(22) Data de Depósito: 30/03/2007
(43) Data da Publicação: 02/08/2011
(RPI 2117)

(51) *Int.Cl.:*
C02F 1/56 2006.01
C02F 101/32 2006.01
C02F 103/20 2006.01
C02F 103/22 2006.01
C02F 103/36 2006.01

(54) Título: **MÉTODO PARA REMOÇÃO DE POLUENTES DE UMA CORRENTE AQUOSA CONTÍNUA, SOLUÇÃO APROPRIADA PARA ADIÇÃO A UMA CORRENTE AQUOSA, USO DO MÉTODO E MISTURA PARA ADICIONAR A UMA CORRENTE AQUOSA POLUÍDA**

(30) Prioridade Unionista: 11/04/2006 NO 20061642, 27/02/2007 NO 20071122

(73) Titular(es): Sorbwater Technology AS

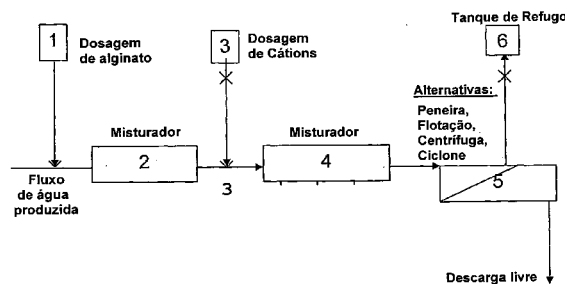
(72) Inventor(es): Atle Mundheim Ylikangas, Christian Klein Larsen

(74) Procurador(es): Momsen, Leonardos & CIA.

(86) Pedido Internacional: PCT NO2007000121 de 30/03/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/117147 de 18/10/2007

(57) **Resumo:** MÉTODO PARA REMOÇÃO DE POLUENTES DE UMA CORRENTE AQUOSA CONTÍNUA, SOLUÇÃO APROPRIADA PARA ADIÇÃO A UMA CORRENTE AQUOSA, USO DO METODO E MISTURA PARA ADICIONAR A UMA CORRENTE AQUOSA POLUÍDA Um método para remoção de materiais dissolvidos e/ou partículas de uma corrente líquida compreendendo flocculação misturando vigorosamente polissacarídeos ou hidrocolóides na corrente líquida e geleificação subsequente dos polissacarídeos ou hidrocolóides com cátions capazes de geleificar os mesmos. Aglomerados geleificados grandes, robustos de poluente e polissacarídeo ou hidrocolóide são formados com a ajuda de cátions apropriados. Os aglomerados geleificados são bem apropriados para a separação de uma corrente líquido por flotação, em uma peneira, em uma centrífuga, em um ciclone ou por outros processos de separação convencionais. Também é descrito um método para misturar polissacarídeo ou hidrocolóide não dissolvido com uma corrente aquosa poluída por cisalhamento do polissacarídeo ou hidrocolóide na corrente aquosa para melhorar a logística e prover economias no tratamento de grandes volumes de água. Também é descrito o uso de soluções de polissacarídeos diluídas para tratamento de uma variedade de correntes de efluente. Uma aplicação da invenção é provida para remoção de hidrocarboneto dentro da indústria petroleira, mas também para outros tipos de água contendo óleo e também água com poluição orgânica ou de particulados.



“MÉTODO PARA REMOÇÃO DE POLUENTES DE UMA CORRENTE AQUOSA CONTÍNUA, SOLUÇÃO APROPRIADA PARA ADIÇÃO A UMA CORRENTE AQUOSA, USO DO MÉTODO E MISTURA PARA ADICIONAR A UMA CORRENTE AQUOSA POLUÍDA”

5 FUNDAMENTO DA INVENÇÃO

1. Campo da Invenção

A presente invenção refere-se a um método para remoção de materiais orgânicos e inorgânicos de uma corrente líquida adicionando-se um polissacarídeo e/ou hidrocolóide, opcionalmente, com uma subsequente
10 adição de cátions para causar geleificação do polissacarídeo e/ou hidrocolóide.

2. Descrição da Arte Anterior

Quantidades significativas de água de descarga da indústria de óleo são tipicamente purificadas por separação de óleo em ciclones e em
15 plantas de flotação. Estes processos de separação diminuem o teor de hidrocarbonetos oleosos de cerca de 200-1000 mg/l a cerca de 10-40 mg/l. Entretanto, a maioria de tais processos são submetidos a variações e frequentemente não produzem descargas constantes abaixo das necessidades reguladoras (geralmente, as necessidades são 15-40 mg/l de óleo em água).
20 Estes processos também não são bem adequados para manipular componentes solúveis em água, tais como C₁-C₅ alquil fenóis, que têm uma considerável influência sobre a genética e a capacidade reprodutiva da vida marinha.

Os métodos de hoje não são favoráveis para o tratamento do, anteriormente grande e continuamente aumentando, volume de águas
25 efluentes que são gerados. Estes métodos também são incapazes de acomodar variações no grau de contaminação da água. Estes métodos também são dependentes até certo ponto dos parâmetros químicos e mecânicos e não podem manipular emulsões muito bem. As limitações acima colocam limites no grau de purificação da água que pode ser obtido, de modo que as

necessidades de purificação da água e o objetivo de minimizar descargas nocivas não são sempre alcançados.

A indústria tem estado continuamente procurando por métodos e meios que possam aumentar o tamanho de gotícula dos materiais, para
5 melhorar o efeito de limpeza do equipamento existente. Tais meios incluíram até agora agentes de floculação e meios de extração de dosagem, por exemplo. Ambos os meios têm aplicações limitadas para tais águas servidas. Os meios de extração não são prontamente disponíveis e resultam em a um diferente tipo de poluição e os agentes de floculação fornecem fracos
10 resultados a elevadas temperaturas e em grandes correntes de água com variações dos parâmetros químicos. Particularmente, o uso de polímeros para precipitação não funciona satisfatoriamente quando os polímeros operam por encapsulação e fornecem conglomerados de partículas de baixa resistência e uma fraca tolerância para tensão mecânica, que pode ser exercida em tais
15 conglomerados nos vários métodos de separação que podem ser empregados, tais como ciclones e unidades de flotação severa.

Com respeito às soluções de óleo/água, é sabido que o alginato transforma estas em emulsões estáveis pela associação das gotas de óleo. Uma aplicação disto é em relação produção de molhos de salada contendo óleo.

20 Sabe-se também que alginato e carragenina, extraídos de algas marrons e algas vermelhas, respectivamente, e pectina extraída de fruta são biopolímeros solúveis em água e formam soluções hidrocolóides em água. As características formadoras da viscosidade destes hidrocolóides é determinada pelo tamanho das moléculas. O alginato é um copolímero de monômeros de
25 Manuronato (M) e Guluronato (G) e contém blocos de manuronato e blocos de guluronato alternantes (blocos MG), blocos de manuronato (blocos M) e blocos de guluronato (blocos G) e as características formadoras de gel do alginato são ditadas pelo teor de blocos de guluronato, e também seus comprimentos. A capacidade do alginato de formar géis origina-se de cátions

divalentes (por exemplo C^{++}) ou outros íons multivalentes encaixando-se dentro da estrutura do bloco-G e, assim, ligando os monômeros de alginato entre si para formar uma rede contínua. A aplicação deste mecanismo tem, até agora, sido principalmente na formação de película, formação de gel em materiais alimentícios, medicamentos, tecidos, tingimentos, produtos de papel.

No campo da limpeza de água efluente, para remoção de matéria particulada, tentativas foram feitas para uso de alginato de acordo com o mesmo princípio (encapsulação) como com o uso de eletrólitos, por si só ou como um auxiliar de floculação com o uso de outros agentes floculantes, com fracos resultados. É sabida pela JP 10076274, entre outras, a utilização de coagulantes inorgânicos, tais como Fe^{+3} com a subsequente adição de sais carboxílicos solúveis em água, de grande tamanho molecular, para a encapsulação de material coagulado, e então a adição de íons multivalentes para reforçar o material coagulado.

Além disso, sabe-se pela JP 58029098 que dispersando-se óleo e alginato solúvel em água em uma razão de cerca de 100 partes de óleo a 0,5-3,0 partes de alginato, e depois disso adicionando-se grandes quantidades de íons multivalentes, o óleo pode ser transformado em um gel sólido que não flutua e pode facilmente ser manipulado para combustão.

Sabe-se ainda pela KR 9609380, que uma solução de 0,5-1% de alginato em água em um pH 1-4, após mistura em água contendo metais pesados em uma temperatura de 20-40°C, pode ser usada para facilitar a filtração dos metais pesados na água após cerca de 20 a 40 minutos.

Sabe-se ainda pela patente U.S. no. 5.520.819 que, adicionando-se e, em seguida, dissolvendo-se alginato e um retardante em uma lama de água efluente, pode ser realizada desidratação da lama. Tipicamente, o pó de alginato é misturado com carbonatos, fosfatos ou citratos como retardantes dentro de uma lama, onde íons multivalentes são

uma parte da lama, de modo que geleificação prematura com os íons metálicos e aglomeração incompleta e coagulação com material sólido não ocorrem na lama. O método envolve a adição de íons multivalentes para reagir o líquido, partículas, retardantes e íons multivalentes neutralizados. Os
5 exemplos mostram que grandes quantidades de pó são adicionadas e o tempo de tratamento é de várias horas. A água e o material particulado podem ser separados desta maneira. Os exemplos também parecem indicar que a água deve ser subsequentemente tratada com coagulantes inorgânicos.

É também conhecida pela JP19980827 a dosagem de pó de
10 carvão ativo junto com floculantes de polímero onde o pó é misturado antecipadamente, e em que o objetivo é preparar o pó de polímero solúvel em água sem formação de grumos. Esta combinação é empregada para precipitar matéria sólida em um processo de batelada durante um tempo. De acordo com esta patente, a vantagem em comparação com o pó solúvel em água é que o
15 polímero tem uma mais longa vida em prateleira e o pó de carvão é um meio que torna mais fácil dissolver o polímero sem a formação de grumos em um líquido quando o polímero e o carbono são misturados juntos.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

É um objetivo da presente invenção fornecer um método novo
20 e melhorado e um processo para remoção de materiais de uma corrente líquida. No método, polissacarídeo ou hidrocolóide é dosado na corrente líquida e certos íons solúveis em água são adicionados a, ou anteriormente presentes na, corrente de água, cujos íons são suficientes para causar geleificação do polissacarídeo ou hidrocolóide. O gás de flotação pode
25 opcionalmente ser empregado. O método permite a separação mecânica de conglomerados maiores de polissacarídeo ou hidrocolóide geleificados, permitindo desse modo a purificação de correntes líquidas contínuas de pureza relativamente alta em um período de tempo curto.

Além disso, é um objetivo da invenção fornecer um processo

novo e melhorado para o acima, misturando-se o polissacarídeo ou hidrocolóide em uma forma não dissolvida, com vigorosa mistura por, por exemplo, uma bomba de multifases, de alta velocidade, pela qual forças de mistura asseguram uma mistura homogênea do polissacarídeo ou hidrocolóide com a corrente líquida e um tempo mais curto do que é necessário para geleificação do polissacarídeo ou hidrocolóide. O polissacarídeo ou hidrocolóide pode ser dosado por si só ou disperso ou suspenso em óleo, álcool, ou líquido de extração para componentes solúveis em água na corrente líquida, opcionalmente, ao mesmo tempo que gás/ar e líquido são misturados sob pressão aplicada. Cátions são então adicionados, se necessário, para garantir a geleificação do polissacarídeo ou hidrocolóide.

Em outro aspecto, a presente invenção refere-se a um método para remoção de poluentes orgânicos e inorgânicos, dissolvidos e/ou não dissolvidos de uma corrente contínua de líquido por adição de polissacarídeos ou hidrocolóides em uma solução aquosa, opcionalmente em combinação com um agente de sorção pulverizado, seguido por uma reação subsequente com íons multivalentes já presentes na corrente líquida, adicionados à corrente líquida, ou ambos. Neste aspecto, medidas são tomadas para evitar a geleificação prematura do polissacarídeo ou hidrocolóide, assegurando-se mistura completa no ponto de introdução dentro da corrente líquida e/ou provendo-se uma solução de polissacarídeos ou hidrocolóides tendo uma concentração de polissacarídeos ou hidrocolóides que é abaixo da concentração crítica de sobreposição, como definido abaixo.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A Fig. 1 mostra esquematicamente um fluxograma para o processo total de limpeza de uma corrente líquida contendo hidrocarboneto produzido pela indústria de óleo.

A Fig. 2 mostra um fluxograma esquemático para um processo de limpeza de água contendo hidrocarboneto produzido pela indústria de óleo

com a adição de alginato não dissolvido sob cisalhamento em uma bomba de multifases que é também suprida com ar/gás e está bombeando contra uma válvula estrangulada no lado pressurizado onde a bomba está situada na corrente de água produzida.

5 A Fig. 3 mostra um fluxograma esquemático para um processo de limpeza de água contendo hidrocarboneto da indústria de óleo com adição de alginato não dissolvido sob cisalhamento em uma bomba de multifases que é também suprida com ar/gás e onde a bomba é suprida de água pura e bombeia a mistura para dentro da corrente de água produzida.

10 DESCRIÇÃO DETALHADA DAS FORMAS DE REALIZAÇÃO PREFERIDAS

A presente invenção refere-se a um método para remoção de materiais de um líquido. Os materiais podem ser materiais orgânicos ou inorgânicos e podem ser dispersos, dissolvidos e/ou emulsificados no líquido.

15 Os materiais exemplares que podem ser removidos do líquido usando-se o processo da presente invenção incluem hidrocarbonetos, tais como óleo, hidrocarbonetos poliaromáticos, naftalenos e naftalenos substituídos, benzeno, tolueno, etileno, xileno e fenóis que são dispersos, dissolvidos ou emulsificados em água. A presente invenção é particularmente útil para

20 tratamento de água servida com poluentes dissolvidos ou emulsificados formando pelo menos um componente da água servida, embora os métodos da presente invenção possam também facilitar a remoção de matéria particulada. Em uma forma de realização, o processo é empregado para tratar água servida produzida pela indústria de óleo e/ou gás. Também, o processo da invenção

25 pode ser empregado para tratar correntes de injeção da indústria de óleo e/ou gás antes de injetar as correntes de injeção de volta para dentro de um processo de produção de óleo e/ou gás.

Alternativamente, o método pode ser empregado para tratamento de outras correntes líquidas aquosas, água potável, efluentes

agrícolas de, por exemplo, fazendas de criação de gado ou de peixe, etc. O método pode também ser aplicado a outros tipos de águas poluídas, para remoção de, por exemplo, carvão orgânico total e sólidos suspensos, dosando-se polissacarídeos ou hidrocolóides e, se necessário, adição de íons multivalentes, opcionalmente, em combinação com uma corrente de gás de flotação, após o que a separação mecânica de grandes conglomerados de material geleificado e poluente é possível. As correntes poluídas com óleos, partículas ou suas misturas podem ser tratadas desta maneira.

O polissacarídeo ou hidrocolóide é empregado para fixar, ligar ou associar partículas poluentes individuais, desse modo facilitando a separação das partículas da água, em uma etapa de separação mecânica ou por flotação. A associação de partículas poluentes resulta das características formadoras de gel do polissacarídeo ou hidrocolóide na presença de cátions adequados. Assim, qualquer polissacarídeo ou hidrocolóide que possa ser parcial ou completamente geleificado por cátions adequados pode ser empregado no método da presente invenção.

A quantidade de polissacarídeo ou hidrocolóide empregada deve ser suficiente para obter-se o nível desejado de remoção de poluente, usando-se o processo ou aparelho de separação selecionado. Tipicamente, são empregadas quantidades de polissacarídeo ou hidrocolóide de 0,1-500 ppm na corrente líquida poluída. Mais preferivelmente, cerca de 0,5-100 ppm de polissacarídeo ou hidrocolóide são empregadas e, muitíssimo preferivelmente, cerca de 1-50 ppm de polissacarídeo ou hidrocolóide são empregadas.

Um polissacarídeo preferido é o alginato. Um alginato preferido tem um teor de blocos-G que é elevado o bastante para formar flocos suficientemente fortes para serem separados da corrente líquida poluída por vários métodos mecânicos envolvendo vigorosa manipulação mecânica, tais como separação ciclônica. O alginato deve ter um teor-G acima de 30%, preferivelmente acima de 40%, e mais preferivelmente acima de 50%. O

alginato é preferivelmente selecionado de alginato de sódio, alginato de potássio, alginato de amônio, alginato de magnésio ou outro sal de alginato e um cátion monovalente. O alginato pode ser selecionado para ter um teor elevado a médio de monômeros G, por exemplo, 30-50%. Outros alginatos ou ácido algínico adequados podem ser empregados. Diferentes teores de monômeros G são também possíveis dependendo das circunstâncias particulares do processo de limpeza.

Outro polissacarídeo adequado é a carragenina. A carragenina pode ser do tipo capa, iota, lambda, capa-2 ou outras variantes. A carragenina deve preferivelmente ser do tipo que é reticulada por cátions.

Outro polissacarídeo adequado é a pectina. A pectina pode ser dos tipos de pectina altamente metoxilada ou baixamente metoxilada, preferivelmente tipo baixamente metoxilada que pode ser reticulada com cátions multivalentes. Outro polissacarídeo adequado é carboximetil celulose (CMC).

O polissacarídeo ou hidrocolóide é preferivelmente empregado em uma quantidade suficiente para fixar, ligar ou associar a maioria ou todos os materiais particulados e/ou gotículas de poluente na corrente líquida. O polissacarídeo ou hidrocolóide é tipicamente adicionado na corrente líquida com vigorosa mistura, para facilitar a ligação, fixação ou associação de materiais particulados e/ou gotículas de poluente.

A ligação, fixação ou associação dos materiais particulados ou gotículas de poluente são facilitadas pela presença de cátions adequados. Os cátions são preferivelmente dissolvidos na corrente líquida e podem já estar presentes na corrente líquida, adicionados à corrente líquida ou qualquer uma destas combinações. A adição dos cátions à corrente líquida, se necessária, pode ser feita antes, durante ou após a adição do polissacarídeo ou hidrocolóide. Isto é uma importante vantagem de certos aspectos da presente invenção, uma vez que restrições sobre a ordem de adição dos materiais

podem ser um impedimento à implementação comercial de tais processos de purificação. A presente invenção, em alguns casos, fornece flexibilidade na ordem de adição dos cátions.

5 Qualquer cátion adequado para geleificação parcial ou completa do polissacarídeo ou hidrocolóide pode ser empregado nos métodos da presente invenção. Para a maioria dos polissacarídeos ou hidrocolóides, cátions multivalentes serão preferíveis, embora alguns polissacarídeos, tais como capa-carrageninas, possam ser geleificados com cátions monovalentes. Qualquer metal alcalino, metal alcalino terroso, metal de transição ou cátion orgânico adequado pode ser empregado. Os cátions podem também ser 10 providos na forma de polímeros carregados. Um cátion orgânico exemplar é quitosana. O cátion pode ser adicionado na solução, suspensão, dispersão e/ou como um sal. Misturas de dois ou mais cátions podem ser também empregadas.

15 Preferivelmente cátions divalentes, tal como o íon cálcio (Ca^{++}), são empregados como cátion. Tais cátions divalentes são tipicamente adicionados na forma de um sal em uma solução relativamente saturada, saturada ou supersaturada. Por exemplo, um cátion útil é o cálcio fornecido como uma solução saturada ou supersaturada de cloreto de cálcio em água.

20 O cátion pode ser adicionado ao líquido com vigorosa mistura para aumentar o contato entre os cátions e o polissacarídeo ou hidrocolóide para, desse modo, aumentar a ligação, fixação ou associação dos cátions e do polissacarídeo ou hidrocolóide para desse modo formar aglomerados de gel relativamente grandes e mecanicamente fortes com poluente completamente 25 ligado neles.

Os cátions podem ser dosados na corrente líquida em/dentro de uma válvula, de modo que a formação de gel ocorra em paralelo em uma câmara de flotação, em água saturada com gel de oxigênio/gás, com formação simultânea de micro-bolhas durante a transição de pressão pressurizada a

normal, para desse modo facilitar a mistura íntima do gás/ar dentro e em torno dos aglomerados de gel. Um tal método é também relevante antes da remoção mecânica em um filtro mecânico, tal como uma peneira, porém gás/ar não é geralmente usado antes da remoção mecânica em um ciclone ou uma centrífuga.

Os aglomerados de gel com poluente podem ser removidos mecanicamente da corrente líquida, por exemplo, por flotação, peneiramento, uso de uma centrífuga ou ciclone, ou qualquer destas combinações.

Opcionalmente, um agente de flotação tal como ar ou gás de flotação, pode ser dosado na corrente líquida via um aparelho de mistura, tal como uma bomba de multifases ou outro aparelho de mistura de cisalhamento, junto com ou subsequente à dosagem de cátions e polissacarídeo ou hidrocolóide, a fim de levar o gel contendo poluente à superfície para remoção em, por exemplo, uma câmara de flotação. O ar pode ser adicionado no lado de sucção da bomba de multifases se a flotação for um tratamento final. Tal ar pode, no lado pressurizado da bomba, ser pressurizado até 0,5-80 bar através da válvula. Os cátions podem ser adicionados à corrente de líquido, se necessário, preferivelmente quando a pressão for reduzida, por exemplo, via uma válvula na entrada da câmara de flotação.

Em outra forma de realização, a inteira corrente líquida poluída pode ser alimentada através de um aparelho de alto cisalhamento, tal como uma bomba de multifases, sozinha ou em combinação com gás ou ar de flotação. Polissacarídeo ou hidrocolóide pode ser adicionado na entrada do aparelho de alto cisalhamento. Cátions podem ser adicionados na saída do aparelho de cisalhamento ou quando a pressão na corrente líquida for reduzida via, por exemplo, a válvula da câmara de flotação.

A presente invenção distingue-se dos processos/invenções existentes, em que o princípio de aplicação de polieletrólitos ou outros agentes de floculação para remoção de poluentes em uma corrente líquida é

baseado na neutralização da carga ou na encapsulação. Na presente invenção, maiores e mais fortes aglomerados de gel presos a poluentes são formados mais rapidamente, embora obtendo-se uma substancialmente completa ligação, fixação ou associação de partículas ou gotículas de materiais na corrente líquida. Isto é realizado por adição de polissacarídeo ou hidrocolóide antes da completa geleificação do polissacarídeo ou hidrocolóide, opcionalmente em combinação com um excesso de cátions dissolvidos adequados para geleificação do polissacarídeo ou hidrocolóide. A presente invenção permite a redução dos poluentes para os ou abaixo dos níveis ordenados por lei, tipicamente, 15-40 mg/l de óleo em água. Também, a presente invenção é bem adequada para remover substancialmente todos os componentes solúveis em água, tais como C₁-C₅ alquil fenóis que têm uma considerável influência sobre a genética e a capacidade reprodutiva da vida marinha.

15 A presente invenção funciona através de uma faixa de pH de 4 a 12, e é frequentemente implementada na faixa de pH de 4 a 9. O método da presente invenção é relativamente insensível à temperatura na faixa de 0-100°C.

20 Pelo uso do termo “floculação” pretendemos significar um processo pelo qual gotículas ou partículas dispersas agregam-se a partículas maiores ou agregados ou aglomerados. Isto inclui a coagulação de macromoléculas dissolvidas em partículas. Os métodos da presente invenção fornecem floculação de materiais contendo poluente em uma corrente líquida.

25 As formas de realização da presente invenção podem prover uma resistência ao gel dos aglomerados resultantes, que é suficiente para remover os aglomerados em um ciclone, centrífuga ou outro dispositivo que pode exercer forças significativas sobre os aglomerados durante o processo de separação. Alternativamente, a resistência ao gel, dos conglomerados contendo o poluente em uma corrente líquida, pode variar de acordo com a

necessidade, variando-se o teor de porcentagem das unidades que podem ser geleificadas no polissacarídeo ou hidrocolóide. Por exemplo, um teor de médio a alto de guluronato em relação a monômeros de manuronato, quando usando-se um alginato, é preferido. Grandes economias logísticas e econômicas podem ser conseguidas transportando-se soluções concentradas de alginato. Diluindo-se com grandes volumes de água no local, o transporte de água pode ser minimizado.

A presente invenção também fornece um modo para efetivamente misturar polissacarídeo ou hidrocolóide em uma corrente de água do processo, pelo qual o contato entre o polissacarídeo ou hidrocolóide e o poluente é acentuado para facilitar o processo de ligação, fixação ou associação. Desta maneira, a geleificação prematura de partes substanciais do polissacarídeo ou hidrocolóide pode ser evitada. Por geleificação prematura pretendemos significar geleificação de polissacarídeo ou hidrocolóide antes da ligação, fixação ou associação de poluentes. No caso de geleificação prematura, o polissacarídeo ou hidrocolóide polimeriza-se e não se liga, se fixa ou se associa com poluentes.

Em certas formas de realização, o polissacarídeo ou hidrocolóide é adicionado à corrente líquida com vigorosa mistura. Tais misturas podem ser eficazes por um homogeneizador, tais como um homogeneizador Ultra-Turrax®, um aparelho de alto cisalhamento, uma bomba de multifases de alta velocidade ou outro aparelho de mistura convencional adequado, pelo qual vigorosas forças de mistura asseguram mistura homogênea de polissacarídeo ou hidrocolóide à corrente líquida na bomba. A mistura deve ser realizada sob condições suficientes para homogeneamente misturar o polissacarídeo ou hidrocolóide com a corrente líquida contendo poluente, antes da ocorrência de geleificação prematura substancial do polissacarídeo ou hidrocolóide. As condições de mistura requeridas para alcançar isto podem ser ajustadas dependendo das

concentrações, formas e quantidades dos vários ingredientes, da quantidade de cátion presente na corrente líquida, quando o cátion é adicionado, e da velocidade em que a corrente líquida está se movendo. Quando um solvente adequado para o polissacarídeo está presente durante a mistura, as condições de mistura são preferivelmente suficientes para dissolver completamente o polissacarídeo ou hidrocolóide em uma fase líquida antes de deixar o aparelho de mistura. O polissacarídeo dissolvido será então misturado homogeneamente com os poluentes na corrente líquida. Opcionalmente, gás/ar e líquido são misturados com o polissacarídeo ou hidrocolóide e com a corrente líquida, sob pressão aplicada no aparelho de alto cisalhamento.

Os agentes de extração, tais como aqueles usados para extrair fenóis, podem ser dosados juntos com polissacarídeo ou hidrocolóide com vigorosa mistura, tal como em uma bomba de multifases, o que, por aplicação de cisalhamento, também resulta em mistura homogênea da combinação de agente de extração/poluento com o polissacarídeo ou hidrocolóide. Por exemplo, no caso de usar-se alginato com um agente de extração de fenol, o fenol é preso aos monômeros G do alginato, o que, por sua vez, forma grandes aglomerados de gel, que podem ser separados por flotação ou separação mecânica. Substancialmente todo o fenol solúvel em água pode ser removido desta maneira. As tecnologias conhecidas empregando polímeros ou polieletrólitos não removem tipicamente alquil fenóis com comprimentos médios de cadeia alquila inferiores a C_5 quando estas frações de alquil fenol são solúveis em água.

A ordem de dosagem da presente invenção pode também fornecer vantagens adicionais. Por exemplo, a dosagem de polissacarídeo ou hidrocolóide seguida por adição de cátions solúveis em água, preferivelmente água e cloreto de cálcio, forma grandes aglomerados de gel muito fortes, incluindo os poluentes que podem ser substancialmente removidos completamente com uma variedade de diferentes processos ou equipamento

de separação mecânica convencional. A separação mecânica pode ser feita com, por exemplo, um pano de peneirar, um ciclone, uma centrífuga ou por um processo de flotação.

Em uma forma de realização, a presente invenção é empregada para tratar uma corrente líquida contínua e/ou é usado em um processo de tratamento contínuo. Polissacarídeo ou hidrocolóide pode ser dosado na corrente contínua em um ou mais pontos de dosagem e, em seguida, o líquido poluído e polissacarídeo ou hidrocolóide podem ser passados através de um misturador estático ou mecânico como uma corrente contínua. Um cátion, preferivelmente na forma de cloreto de cálcio em água, pode ser misturado com o líquido com suficiente suspensão durante tempo suficiente para formar os aglomerados de gel.

A Figura 1 mostra esquematicamente um fluxograma para todo o processo de limpeza da água produzida contendo hidrocarboneto da indústria de óleo:

- (1) mostra o ponto de dosagem para alginato
- (2) mostra um misturador estático ou mecânico para alginato
- (3) mostra o ponto de dosagem para cátions multivalentes solúveis em água
- (4) mostra misturador estático para cátions multivalentes solúveis em água
- (5) indica separação mecânica por uma peneira, ciclone, centrífuga ou câmara de flotação
- (6) mostra um tanque de coleta para o poluente separado.

25 **A forma não dissolvida de Polissacarídeo ou Hidrocolóide**

Em um aspecto a invenção refere-se à adição de polissacarídeos ou hidrocolóides em uma corrente de água servida em uma outra forma que não dissolvida em uma solução. Por exemplo, as formas não dissolvidas podem incluir um pó, uma suspensão ou dispersão. As formas

suspensas ou dispersas podem ser suspensas ou dispersas em, por exemplo, álcool, óleo ou um fluido de extração. A forma em pó pode ser usada como um pó puro, pode ser usada para preparar uma forma suspensa ou dispersa do polissacarídeo ou hidrocolóide, ou pode ser diluída com um material inerte, tal como um agente de sorção ou outro diluente adequado. Em uma forma de realização, a forma em pó é pré-misturada com um agente de extração para um ou mais dos poluentes da corrente líquida, tal como, por exemplo, um fluido de extração de C₀-C₅ alquil fenol ou um agente de sorção adequado.

As formas concentradas do pó são particularmente adequadas para tratamento de correntes líquidas com relativamente baixos teores de cátions capazes de geleificar o polissacarídeo ou hidrocolóide. Para tratamento de correntes líquidas com mais elevados teores de cátions capazes de geleificar o polissacarídeo ou hidrocolóide, é preferível dispersar o pó em um dos vários meios mencionados acima, ou diluir o pó com um diluente inerte, a fim de facilitar uma mistura homogênea mais rápida do pó na corrente líquida e minimizar a geleificação prematura.

A forma em pó do polissacarídeo ou hidrocolóide aniônico pode ser suspensa ou dispersa em um ou mais dos seguintes meios: um hidrocarboneto alifático, um óleo vegetal, um fluido de extração, um álcool, um preservativo e um agente anticongelamento.

A Figura 2 mostra um fluxograma esquemático para um processo de limpeza de água contendo hidrocarboneto da indústria de óleo com adição de alginato não dissolvido sob cisalhamento em uma bomba de multifases que é também suprido com ar/gás e está bombeando contra uma válvula estrangulada no lado pressurizado onde a bomba está situada na corrente de água produzida:

(7) mostra o ponto de dosagem para alginato não dissolvido com possível ar/gás.

(8) mostra uma bomba de cisalhamento ou bomba de

multifases para o alginato.

(9) mostra o ponto de dosagem para cátions multivalentes solúveis em água.

5 (10) mostra uma válvula estrangulada para mistura de cátions multivalentes.

(11) indica separação mecânica com uma peneira, ciclone, centrífuga ou por flotação.

(12) mostra um tanque de coleta para o poluente separado.

10 A Figura 3 mostra um fluxograma esquemático para um processo de limpeza de água contendo hidrocarboneto da indústria de óleo com adição de alginato não dissolvido sob cisalhamento em uma bomba de multifases em que é também suprido de ar/gás e em que a bomba é suprida de água pura e bombeia a mistura para dentro da corrente de água produzida:

15 (13) mostra o ponto de dosagem para alginato não dissolvido com possível ar/gás.

(14) mostra uma bomba de cisalhamento ou bomba de multifases para o alginato.

(15) mostra o misturador para alginato/água/ar/gás.

20 (16) mostra o ponto de dosagem para cátions multivalentes solúveis em água.

(17) mostra a válvula estrangulada para mistura de cátions multivalentes

25 (18) indica separação mecânica por uma peneira, ciclone, centrífuga ou por flotação.

(19) mostra um tanque de coleta para o poluente separado.

A invenção também refere-se a aplicações dos métodos acima descritos e ao uso de vários aparelhos de mistura, tal como uma bomba de

multifases para mistura de uma forma não dissolvida de polissacarídeo ou hidrocolóide com uma corrente líquida.

EXEMPLOS DE USO DE FORMAS NÃO DISSOLVIDAS DE POLISSACARÍDEO OU HIDROCOLÓIDE

5 Exemplo 1

Uma corrente de água de 50 000 m³/dia com um nível de hidrocarboneto de 200 ppm foi purificada a descarga zero. Alginato de sódio foi dosado na corrente de água a 2 ppm. Isto resulta em um consumo de 100 kg de alginato de sódio por dia. Correspondentemente, 50 kg de cloreto de cálcio são usados por dia.

Cloreto de cálcio foi misturado em 100 litros de água sem dificuldade. Na realidade, as concentrações de alginato, quando usadas em uma forma dissolvida em solução, raramente serão acima de 1% em água. Isto representa um consumo de 100 m³ de solução de alginato misturada pronta por dia, que apresentaria problemas logísticos e econômicos. No caso do uso de alginato não dissolvido, como na presente invenção, o material adicionado pode ser reduzido para tornar possível usar 4m³/h de uma bomba de multifases conectada ao fornecimento de água com uma estação de dosagem para 4 kg de material seco por hora.

A extensão de limpeza dos hidrocarbonetos poliaromáticos oleosos, carbono orgânico extraível total, naftaleno fenatreno dibenzotiofeno, benzeno, tolueno, etileno, xileno e fenóis de um líquido disperso ou emulsificado é de quase 100% com o uso das tecnologias existentes para remoção de poluentes ligados ao gel. Onde os agentes de floculação e polieletrólitos conhecidos tipicamente fornecem 40-10 mg/l de níveis de descarga de óleo com o uso de flotação, ciclone ou centrifugação subsequentes, a presente invenção pode obter níveis de descarga abaixo de 1 mg/l de óleo.

O método de acordo com a invenção será agora descrito mais

detalhadamente com referência aos exemplos fornecidos abaixo e as figuras.

Exemplo 2

20 litros de água produzidos pela indústria de óleo foram tratados de acordo com a descrição fornecida abaixo. O teor de óleo inicial foi de 100 ppm, o teor de fenol inicial foi de 2,1 ppm e os teores de benzeno, tolueno, etileno e xileno (BTEX) iniciais foram de 1440 ppb. 2 mg/l de alginato de sódio foram adicionados em forma de pó durante um período de 5 segundos de intensa mistura. Podia-se visualmente ver uma fase óleo/água que permaneceu como uma fase separada, mesmo quando deixada repousando. Em seguida, 1 mg/l de cloreto de cálcio foi adicionado à água novamente durante um período de 5 segundos de intensa agitação. Aglomerados grandes de gel foram formados imediatamente. Após 20 segundos, a fase aquosa estava completamente límpida e a camada de óleo no topo dos aglomerados de gel. Os testes da fase aquosa mostraram menos do que 1 ppm de óleo remanescente. A mistura foi agitada rapidamente por 15 segundos. Após 30 segundos, a fase aquosa estava novamente completamente límpida. Os testes agora também mostraram menos do que 1 ppm de óleo na fase aquosa. Os teores de BTEX na fase aquosa antes e após agitação foram de 16 ppb e 28 ppb, respectivamente. O teor de fenol na fase aquosa foi de 1,3 ppm em ambos os casos.

Exemplo 3

10 litros de uma corrente de água servida foram tratados de acordo com o método do Exemplo 2 e com as mesmas concentrações iniciais, porém nesta ocasião com adição de alginato não dissolvido em uma base de óleo marinho em combinação com o agente de extração 2-(2-butoxi)etanol sob cisalhamento. Um procedimento correspondente foi realizado, com visualmente os mesmos resultados. Para óleo e BTEX os resultados corresponderam com o primeiro teste, porém este teste reduziu o teor de fenol na corrente líquida para menos do que 0,1 ppm em ambos os

casos testados.

A forma Dissolvida de Polissacarídeo ou Hidrocolóide

Em outro aspecto, a presente invenção refere-se a um processo para a remoção de poluentes orgânicos e inorgânicos, dissolvidos e/ou não dissolvidos, de uma corrente contínua de líquido, misturando-se polissacarídeos ou hidrocolóides dissolvidos em água, opcionalmente em combinação com um agente de sorção pulverizado em uma corrente contínua de líquido. Subsequentemente, o polissacarídeo ou hidrocolóide é reagido com cátions adequados para causar geleificação do polissacarídeo ou hidrocolóide e fixação, ligação ou associação de materiais contendo poluente. A água usada para dissolver o polissacarídeo ou hidrocolóide na solução pode ser selecionada de, por exemplo, água fresca, sais contendo água e água recirculada do processo.

A corrente líquida contínua a ser tratada pode vir de um processo contínuo, um processo semi-contínuo ou um processo de batelada. Uma das vantagens da presente invenção é que um grau muito elevado de purificação pode ser fornecido em um período de tempo relativamente curto, o qual torna o presente processo particularmente adequado para a purificação de elevado volume de correntes líquidas contínuas.

O agente de sorção opcional pode ser adicionado á corrente líquida antes da adição do hidrocolóide, simultaneamente com o hidrocolóide ou subsequente à adição do hidrocolóide. Os agentes de sorção adequados incluem, por exemplo, pó de carvão ativado, sílica, olivina, zeólitos sintéticos ou naturais, terra diatomácea, argila, etc. As partículas de agente de sorção pulverizadas preferivelmente incluem nanopartículas ou partículas submicrônicas ou partículas de um tamanho de alguns microns, e podem ser adicionadas a uma solução aquosa adequadamente diluída de polissacarídeo ou hidrocolóide. Quantidades convencionais de agente de sorção usadas para o tratamento de correntes líquidas tendo o mesmo tipo e concentração dos

poluentes, podem ser empregadas no presente processo.

O agente de sorção opcional pode também ser adicionado como um componente da solução de polissacarídeo ou hidrocolóide. Neste caso, o agente de sorção pode ser suspenso ou disperso nesta solução. Se este método for ser empregado, entretanto, é preferivelmente para manter a concentração de polissacarídeo ou hidrocolóide abaixo da concentração crítica de sobreposição, para evitar bloquear potencialmente a ação do agente de sorção. Nos exemplos abaixo demonstra-se que, em certas concentrações, o polissacarídeo ou hidrocolóide não bloqueia a atividade do agente de sorção e assim permite a adição do agente de sorção desta maneira, economizando desse modo uma etapa do processo de tratamento.

O agente de sorção pode ser selecionado para ser um material de elevada densidade para facilitar a sedimentação, se a sedimentação for um método de separação desejado. Alternativamente, agentes de pesagem separados podem ser empregados de uma maneira convencional. Os agentes exemplares que facilitam a sedimentação incluem óxido de bário ou óxido de ferro.

Uma pré-mistura da solução de polissacarídeo ou hidrocolóide pode incluir um ou mais de um agente de sorção, um preservativo para reduzir a atividade biológica e um agente anticongelante. Os preservativos convencionais para reduzir a atividade biológica e os agentes anticongelantes convencionais conhecidos das pessoas hábeis na arte podem ser empregados em quantidades convencionais.

Sob adição da solução do polissacarídeo ou hidrocolóide, a corrente líquida pode não conter cátions para geleificação do polissacarídeo ou hidrocolóide, ou pode conter cátions. No caso em que a corrente líquida não contém cátions suficientes para realizar a quantidade desejada de geleificação do polissacarídeo ou hidrocolóide, cátions adicionais podem ser adicionados à corrente líquida. Mesmo se a corrente líquida contiver alguns

cátions, pode ser desejável adicionarem-se cátions adicionais à corrente líquida, dependendo de tais fatores, como a concentração desejada de cátions e o tipo de cátions presentes ou desejados na corrente líquida.

Um polissacarídeo e/ou hidrocolóide são dissolvidos em água e dosados em uma corrente contínua de líquido com poluentes orgânicos e/ou inorgânicos, em uma quantidade suficiente e com suficiente mistura na corrente líquida para as moléculas de polissacarídeo e/ou hidrocolóide serem distribuídas substancialmente homoganeamente, e para entrar em contato íntimo com os poluentes orgânicos e inorgânicos da corrente líquida. A solução de polissacarídeo ou hidrocolóide preferivelmente tem uma viscosidade suficientemente baixa para ser bombeável e é suficientemente diluída com água, a qual é capaz de misturar-se homoganeamente com a corrente líquida e entrar em contato com substancialmente todos os poluentes sem geleificação prematura substancial. A diluição é preferivelmente em uma concentração da solução destinada para adição à corrente líquida poluída que é abaixo da concentração crítica de sobreposição. A concentração crítica de sobreposição é aquela concentração em que não há formação de uma rede contínua de moléculas de polissacarídeos na solução. A concentração crítica de sobreposição, c^* , pode ser definida como:

$$C^* = 2,5/(a \text{ viscosidade intrínseca do polissacarídeo ou hidrocolóide em dl/g}).$$

A viscosidade intrínseca do polissacarídeo ou hidrocolóide é definida como a viscosidade em diluição infinita.

Em uma forma de realização, o polissacarídeo ou hidrocolóide é empregado na forma de uma solução elevadamente concentrada, que se pré-misturou com uma corrente líquida com vigorosa mistura, tal como sob cisalhamento, por meio do que é cisalhado dentro da corrente líquida em uma diluição adequada para mistura homogênea na corrente líquida contínua poluída. Por uma solução diluída queremos significar que o polissacarídeo ou hidrocolóide está presente na solução destinada para adição à corrente líquida

poluída em uma concentração abaixo da concentração crítica de sobreposição.

A mistura da solução de polissacarídeo ou hidrocolóide dentro da corrente de mistura contínua é geralmente realizada em menos do que 30 segundos, mais preferivelmente, menos do que 15 segundos, e, mesmo mais preferivelmente, em cerca de 1 a 10 segundos.

Os polissacarídeo e/ou hidrocolóide formam fortes aglomerados de gel em um curto tempo de geralmente menos do que um minuto, mais preferivelmente, menos do que 30 segundos e tipicamente em cerca de 1 a 30 segundos, ou 10 a 20 segundos. Os aglomerados de gel com poluente resultantes podem ser removidos mecanicamente, por flotação, ou em peneiras, em centrífugas ou em ciclones ou por sedimentação.

O presente método tem a vantagem de que o polissacarídeo ou hidrocolóide de baixa viscosidade ou diluído, é misturado com uma corrente líquida contínua com o objetivo de flocular as partículas individuais, após o que a diluição e a baixa viscosidade asseguram que o hidrocolóide homogêneo rapidamente misture-se na corrente líquida poluída e ligue-se ao poluente sem prematuramente reticular. A diluição e a baixa viscosidade eliminam a necessidade de usar retardantes indesejáveis. Isto pode ser realizado por diluição de uma mistura polimérica preparada de batelada ou por mistura contínua em que água fresca é adicionada ao hidrocolóide em um aparelho de mistura, depois do que esta mistura é continuamente dosada diretamente em uma corrente líquida contínua poluída. Cátions podem opcionalmente ser adicionados antecipadamente ou após a adição de polissacarídeo ou hidrocolóide na corrente líquida poluída, e também algum ou todos os cátions podem estar presentes naturalmente na corrente líquida poluída sem ocorrer geleificação prematura.

Outra vantagem da presente invenção é que as partículas de sorção submicrônicas ou de nanoescala podem ser misturadas à solução diluída de água fresca de polissacarídeos ou hidrocolóides antes da dosagem

na corrente líquida contínua, sem as características de sorção serem alteradas, visto que a diluição assegura que as superfícies de sorção não sejam bloqueadas. Tal bloqueio ocorre quando se mistura um agente de sorção em uma solução elevadamente viscosa ou concentrada. Isto significa que um agente de sorção do tamanho de nanopartícula com uma superfície ativa muito grande pode ser usado como aglomerado de todas as partículas em grandes flocos em contato com cátions.

Outra vantagem é que o pó de sorção fino, por exemplo, pó submicrônico ou nanodimensionado, pode ser adicionado à corrente líquida antes da dosagem da solução de polissacarídeo ou hidrocolóide. Vigorosa mistura pode ser empregada para assegurar suficiente homogeneização da solução de polissacarídeo ou hidrocolóide na corrente líquida poluída, de modo que substancialmente todo o agente de sorção submicrônico entre em contato com o polissacarídeo ou hidrocolóide. O agente de sorção pode, desse modo, absorver compostos dissolvidos no líquido poluído, após o que os compostos dissolvidos no agente de sorção submicrônico são floculados pela subsequente reticulação do polissacarídeo ou hidrocolóide com cátions.

Um agente de sorção submicrônico pode ser adicionado junto com um polissacarídeo diluído em uma mistura homogênea com uma corrente líquida poluída sem as características de sorção sendo bloqueadas empregando-se, por exemplo, as seguintes etapas:

- a) sorção de compostos dissolvidos em uma corrente líquida poluída,
- b) fixação de polissacarídeo a poluentes particulados inorgânicos e orgânicos na corrente líquida,
- c) reticulação entre polissacarídeo e cátions multivalentes adicionados ou anteriormente presentes, e
- d) floculação para aglomerados facilmente separáveis do agente de sorção particulado submicrônico, e também poluentes particulados

presentes na água do processo, água potável ou água efluente.

A presente invenção fornece maiores e mais fortes aglomerados de gel ligados ao poluente em um tempo relativamente curto pela mistura de polissacarídeo ou hidrocolóide, antes da completa ligação com os cátions. Uma rápida floculação é obtida por uma combinação de uma ou mais das diluições de hidrocolóide em água, mistura vigorosa e/ou aplicação de polissacarídeos ou hidrocolóides de baixa viscosidade que são bombeáveis sem formação prematura de gel.

O método pode ser aplicado, por exemplo, misturando-se homogeneamente uma solução diluída de polissacarídeo ou hidrocolóide na corrente líquida, onde o polissacarídeo está presente em uma concentração abaixo da concentração crítica de sobreposição, e obter-se contato entre poluente e polissacarídeo ou hidrocolóide antes da reticulação prematura para, desse modo, coalescer pequenas gotas de óleo junto a gotas de óleo maiores que podem facilmente ser separadas para fora. A concentração crítica de sobreposição é tipicamente cerca de 0,1% em peso de alginato, baseada no peso combinado de água e alginato. Embora o polissacarídeo ou hidrocolóide possa ser adicionado em soluções de até cerca de 2% em peso, com base no peso combinado de água e polissacarídeo ou hidrocolóide, soluções na faixa de 0,001-1,0% em peso são preferidas, mais preferivelmente, soluções de cerca de 0,001-0,1% em peso, e mais preferivelmente, soluções de cerca de 0,01-0,1% em peso, com base no peso combinado do polissacarídeo ou hidrocolóide e água, são empregadas.

O processo inteiro pode ocorrer em uma questão de segundos, de modo que tanto os poluentes não dissolvidos como os dissolvidos podem facilmente ser separados da corrente líquida. Além disso, o processo pode ser empregado para a limpeza de água potável, em que as etapas do processo descrito removem pesticidas, húmus e outros poluentes orgânicos e inorgânicos, dissolvidos/não dissolvidos, incluindo os compostos de metal

catiônico multivalentes.

O líquido tratado é responsável por outros processamentos empregando-se um método selecionado de osmose de reverso, nanofiltração, ultra-filtração, filtração média, filtração mecânica, flotação, sedimentação, empregando-se um ciclone, empregando-se uma centrífuga, pelo tratamento com luz ultravioleta, por tratamento químico, e por evaporação.

O método, de acordo com o segundo aspecto da invenção, empregando uma solução de polissacarídeo ou hidrocolóide, deve ser explicado mais detalhadamente com relação aos seguintes exemplos.

10 Teste 1

Um litro de húmus contendo água potável de superfície (água natural) com número de cor 80 Pt/Hz, foi tratado em cada um dos testes. O teor de húmus na água era de 35-40% de ácido fúlvico de baixo peso molecular, com pesos moleculares de 160-800. Estes não são partículas e podem conseqüentemente não ser precipitados com alginato. Entretanto, eles podem ser adsorvidos em pó de carvão vegetal ativo (PAC). Os 60-65% remanescentes do húmus era de ácido húmico com pesos moleculares principalmente de 180000 a 250000. Estes são partículas, com tamanhos variando de 0,03 a 0,8 μm . Eles são muito grandes para serem adsorvidos no PAC, porém podem ser precipitados com alginato.

Uma solução de carga de água deionizada e alginato de sódio foi preparada com 0,2 g de alginato de sódio sendo cisalhado e dissolvido em 1 litro de água deionizada. 0,04 g de pó de carvão ativo com um tamanho de partícula de 3 a 5 microns foram misturados em 100 ml da solução de carga. PAC na forma de pó seco com um tamanho de partícula de 3 a 5 microns (PAC₃₋₅) e também PAC em forma de pó com um tamanho de partícula de 40 a 50 microns (PAC₄₀₋₅₀), foram também preparados. Em todos os sub-experimentos descritos abaixo, a água após tratamento foi filtrada através de um filtro de 25 microns antes das análises serem realizadas.

Teste 1A

10 ppm PAC₄₀₋₅₀ foram adicionadas como um pó seco a um litro de água natural com agitação, usando-se barras de agitação magnéticas em total velocidade para criar um vórtice por um minuto. Em seguida, a
5 mistura foi filtrada e o número de cor foi determinado.

Teste 1B

2,5 ppm de alginato de sódio da solução de carga foram adicionadas à água poluída e homogeneamente misturadas em um litro de água natural, seguido por adição de 10 ppm de Ca⁺⁺ adicionadas como uma
10 solução de hidróxido de cálcio concentrada ligeiramente supersaturada em água, para formar um líquido leitoso via uma adição controlada usando-se uma pipeta. A mistura foi agitada com barras de agitação magnéticas por 30 segundos antes da filtração e amostragem.

Teste 1C

15 5 ppm de PAC₃₋₅ foram adicionadas como um pó e homogeneamente misturadas em um litro de água natural sob agitação por 30 segundos. Em seguida, 2,5 ppm de alginato de sódio da solução de carga foram homogeneamente misturadas na água poluída, seguidas por adição de
20 10 ppm de Ca⁺⁺ como uma solução de hidróxido de cálcio concentrada ligeiramente supersaturada em água, para formar um líquido leitoso. A mistura foi agitada por 30 segundos antes da filtração e amostragem.

Teste 1D

100 ml da solução de carga mencionada de alginato de sódio e PAC₃₋₅ foram pré-misturados e a mistura foi então homogeneamente
25 misturada em um litro de água natural contendo 2,5 ppm de alginato de sódio e 5 ppm de PAC₃₋₅, e agitada por 30 segundos. Ca⁺⁺ dissolvido em água foi adicionado como hidróxido de cálcio e a mistura foi agitada por 30 segundos antes da filtração e amostragem. O número de cor foi determinado usando-se o padrão Norwegian NS4787.

Resultados (número de cor Pt/Hz) do teste 1:

Água natural	Teste 1A	Teste 1B	Teste 1C	Teste 1D
80	39	31	3	3

Os testes confirmam que o ácido fúlvico é absorvido pelo carvão vegetal ativo e o alginato floclula as moléculas de húmus não dissolvidas maiores, que são demasiado grandes para adsorção, porém bastante grandes para serem consideradas como fragmentos particulados.

Teste 2

Tentativas foram feitas para repetir os testes 1A-1D, porém com a diferença de que 10 ppm Ca^{++} , como uma solução de hidróxido de cálcio concentrada ligeiramente supersaturada em água, foram adicionadas antes da dosagem no PAC e alginato de sódio. A mistura homogênea de alginato/PAC foi assegurada por agitação com barras de agitação magnéticas por 20 segundos antes da filtragem. Os resultados foram quase idênticos àqueles obtidos nos testes 1A-1D.

Teste 3

A solução de carga foi substituída por uma solução de 1% de alginato misturado em água deionizada. Os testes foram realizados como no teste 1B e produziram os mesmos resultados como no 1B. Os testes realizados como no teste 1C também mostraram resultados idênticos. Entretanto, a duplicação do teste 1D com esta concentração de alginato mostrou que PAC foi inativado por 1% de alginato dissolvido na solução de carga, visto que os resultados deste teste corresponderam àqueles obtidos no teste 1C. Assim, o PAC foi inativado sem ácidos fúlvicos de baixo peso molecular sendo removidos.

Teste 4

Foi tratado um litro de água do processo tomado a jusante, da primeira etapa de separação de uma produção de óleo de um reservatório. A água do processo continha 1500 ppm de hidrocarbonetos de óleo e 10353 microgramas de BTEX. Adicionando-se e misturando-se 2,5 ppm de solução

de carga, como descrito no teste 3, nenhum efeito de limpeza foi observado quando a geleificação prematura ocorreu. A razão para isto é que tal água do processo contém 600-800 ppm de Ca^{++} , cerca de 200 ppm de Ba^{++} , algum Ra^{++} e também Mg^{++} .

5 Usando-se uma solução diluída como no teste 1B com nenhuma adição de íons multivalentes extras, a geleificação prematura foi eliminada como uma consequência da diluição. O óleo floculado separou-se e ficou deitado sobre a superfície. A análise de amostras da fase de água límpida após um minuto mostrou um teor de hidrocarboneto menor do que 0,5
10 ppm e um teor de BTEX de 298,5 micrograma. O teor de hidrocarboneto foi determinado empregando-se o padrão Norwegian NS-EN-ISO9377-2. TOC foi determinado empregando-se o padrão Norwegian NS-EN-1484. Os teores de BTEX e fenol foram determinados empregando-se cromatografia de gás e espectroscopia de massa.

15 Teste 5

0,5 ppm de alquil fenol (C_0) foram adicionadas em um litro de água. Os testes conduzidos por mistura em 2,5 ppm de alginato de sódio da solução de carga e subsequente mistura de 10 ppm de CaCl_2 resultaram em floculação, e a amostragem da fase de água límpida foi realizada após um
20 minuto. O teste não forneceu redução do teor de fenol na água.

O teste foi repetido como descrito no teste 1C, e mais tarde, como no teste 1D. Os resultados destes testes mostraram essencialmente a remoção completa de fenol. O mecanismo foi adsorção em PAC com subsequente floculação causada pela adição de CaCl_2 .

25 Teste 6

A água do processo foi usada, como no teste 4. No teste 3, os aglomerados de hidrocarbonetos flocularam rapidamente e subiram à superfície por causa da peso específico de 0,86 para os hidrocarbonetos e um peso específico abaixo de 1 para o alginato. Neste teste, pó de óxido de bário

com um peso específico de 4,6 foi misturado no alginato dissolvido na água. O resultado foi que o poluente floculado precipitou imediatamente para fora da corrente de poluente, demonstrando que o óleo pode ser removido da corrente líquida como uma alternativa para a flotação.

5 Teste 7

A água do processo empregada nos testes 4 e 6 foi usada. O procedimento do teste 4 foi repetido, porém neste teste o óxido de bário foi substituído por nanopó de Fe_2O_3 com um peso específico de 4,27 e partícula de tamanho uniforme de 19-23 nm. O material floculado afundou no fundo
10 como no teste 4, e amostras foram retiradas da fase de água límpida. As amostras mostraram completa remoção de Fe_2O_3 e o teste documentou a capacidade do alginato para remover até nanopartículas.

Teste 8

Este teste demonstra que a presente invenção pode fornecer
15 uma floculação muito rápida por reticulação de polissacarídeo aniônico. O polissacarídeo aniônico foi contatado com sólidos suspensos, na presença de cátions multivalentes no líquido. Esta floculação foi realizada sem o uso de agentes de separação para evitar geleificação prematura, e sem uma adição subsequente de íons multivalentes para causar floculação.

20 Uma solução de carga de 1% Na-Alginato (RF 6850) foi preparada de água deionizada. Uma solução 10% CaCl_2 foi preparada de água de torneira com um pH de cerca de 6-6,5. As diluições foram feitas da solução de carga de alginato a 0,1%, 0,01% e 0,001% com água deionizada. Uma
25 solução de pó de carvão ativado em água de torneira (pH 6-6,5) foi pré-preparada para os vários testes contendo 1000 ppm de carvão pulverizado fino com uma quantidade significativa de partículas submicrônicas tendo um tamanho de partícula máximo de 5 microns, referida a seguir como “a solução PAC”.

Quatro vidros cada um contendo 150 ml de solução de PAC,

foram preparados e a solução de CaCl_2 foi adicionada para obter concentrações finais de 10 ppm, 100 ppm, 500 ppm e 1000 ppm. Em seguida, as várias soluções de alginato foram testadas para geleificação prematura e floculação eficaz. As soluções de alginato foram misturadas na água poluída contendo uma concentração de poluição muito elevada e a solução de PAC em uma concentração de 10 ppm com suficientemente vigorosa mistura, para distribuir o alginato substancialmente homogêneo no volume de água poluída durante um período de 1 a 2 segundos.

Metade do volume da solução tratada foi imediatamente vertido rapidamente em um filtro de 25 microns, e a outra metade da solução tratada foi retida para observação. A água filtrada e as soluções tratadas retidas foram inspecionadas sob um microscópio. A geleificação prematura foi indicada por partículas conformadas de fibra de alginato geleificado não contendo substancialmente poluentes. A precipitação ligeira indica que foram formados flocos menores (por exemplo, 200 microns a 0,5 mm de tamanho) do que por rápida precipitação (flocos na faixa de tamanho milimétrica). A precipitação ligeira pode ser útil para flotação ou métodos de separação de filtração média. Os resultados foram como a seguir:

Concentração de CaCl_2	1,0% Solução de alginato	0,1% Solução de alginato	0,01% Solução de alginato	0,001% Solução de alginato
Exemplo 8.a)				
10 ppm	8.a.1.) Água filtrada ficou escura com partículas finas de carvão. Nenhuma precipitação ou geleificação visíveis.	8.a.2.) Água filtrada ficou escura com partículas finas de carvão. Nenhuma precipitação ou geleificação visíveis.	8.a.3.) Água filtrada ficou escura com partículas finas de carvão. Nenhuma precipitação ou geleificação visíveis.	8.a.4.) Água filtrada ficou escura com partículas finas de carvão. Nenhuma precipitação ou geleificação visíveis.
Exemplo 8.b)				
100 ppm	8.b.1.) Água filtrada ficou mais escura do que a água com finas partículas de carvão do teste anterior. Nenhuma precipitação e ligeira geleificação prematura foram observados.	8.b.2.) Água filtrada ficou límpida e tinha finas partículas de carvão. Ligeira precipitação. Nenhuma geleificação prematura visível foi observada.	8.b.3.) Água filtrada ficou completamente límpida. Rápida precipitação foi obtida, e nenhuma geleificação prematura visível foi observada.	8.b.4.) Água filtrada ficou límpida e precipitou, porém com algumas partículas visíveis de 10-20 microns de tamanho. Nenhuma geleificação prematura e lenta precipitação foram observadas.
Exemplo 8.c)				
500 ppm	8.c.1.)	8.c.2.)	8.c.3.)	8.c.4.)

	Água filtrada mais escura do que a do teste anterior 8.b.1) 100 ppm de CaCl ₂ . Nenhuma precipitação. Geleificação prematura observada. foi	Água filtrada menos límpida do que a do teste anterior 8.b.2) 100 ppm de CaCl ₂ . Ligeira precipitação e geleificação prematura ligeiramente visível foram observadas	Água filtrada completamente límpida. Rápida precipitação e geleificação prematura não visível foram observadas.	Água filtrada ficou límpida e precipitou, porém com algumas partículas visíveis de 10-20 microns de tamanho. Nenhuma geleificação prematura e lenta precipitação foram observadas.
Exemplo 8.d)				
1000 ppm	8.d.1.) Água filtrada escura com finas partículas de carvão. Total geleificação prematura e nenhuma precipitação foram observadas.	8.d.2.) Água filtrada escura com finas partículas de carvão. Nenhuma precipitação. Geleificação prematura meio visível foi observada.	8.d.3.) Água filtrada completamente límpida. Precipitação mais rápida do que a do teste similar com 500 ppm CaCl ₂ e nenhuma geleificação prematura foi observada.	8.d.4.) Água filtrada ficou límpida e precipitou, porém com algumas partículas visíveis de 10-20 microns de tamanho. Nenhuma geleificação prematura e lenta precipitação foram observadas.

Teste 8.e)

As quatro diluições do exemplo 8.a) foram repetidas, porém desta vez com 1 litro de efluente filtrado em um filtro médio de areia pequena removendo todas as partículas maiores do que 5-6 microns. As diluições como nos testes 8.a) e 8.b) resultaram em fraca remoção de partículas submicrônicas do filtro médio. As diluições como nos testes 8.c) e 8.d) forneceram total remoção das partículas submicrônicas em um filtro médio de 4-6 microns, indicando que para a filtração média, elevadas diluições podem ser favoráveis quando flocos menores adequados podem ser criados.

10 Teste 9

Os testes do exemplo acima foram repetidos com partículas submicrônicas de argila branca diluídas e suspensas em água de torneira nas mesmas concentrações como nos Exemplos 8.a)-8.d), usando-se as mesmas relações de mistura e tempos de mistura como nos Exemplos 8.a)-8.d). Os resultados foram substancialmente os mesmo como os resultados descritos nos Exemplos 8.a)-8.d).

Teste 10

A fim de verificar a rápida reação da presente invenção,

mistura de alto cisalhamento foi empregada por curtos períodos de tempo em relação ao tempo de reação da reticulação para geleificação prematura. Uma preferida relação de peso de alginato/íon cálcio de 1/9 foi testada, em que a solução de alginato usada para dosagem tinha uma concentração apenas
5 abaixo da concentração teórica de sobreposição de 0,1%.

Primeiro, uma solução de PAC foi preparada como descrito no Exemplo 8. Em seguida, a solução de alginato/íon cálcio foi imediatamente misturada na solução de PAC, empregando-se um dispositivo de mistura de cisalhamento sob as seguintes condições:

10 a) 90 ppm Ca^{+2} foram dosadas e em 1 a 2 segundos homogeneamente misturadas na solução de PAC/água da torneira, como CaCl_2 . Em seguida o alginato, em uma concentração de 10 ppm, foi misturado com cisalhamento na solução. O alginato era alginato de potássio dissolvido em água deionizada em uma concentração logo abaixo da concentração
15 teórica crítica de sobreposição de 0,1% em peso na água deionizada. O alginato foi misturado por 1 a 2 segundos, que foram suficientes para homogênea mistura da solução PAC/água/ CaCl_2 .

A solução foi, em seguida, imediatamente gotejada dentro de um saco de filtro com corte de 25 microns. As partículas submicrônicas foram
20 imediatamente floculadas e facilmente filtradas. A água livre de partículas foi observada deixando o filtro desde a primeira gota, 2 a 3 segundos após a mistura ter sido interrompida e o fluido ter sido gotejado no filtro. Isto foi verificado analisando-se estas primeiras gotas sob um microscópio. O método mostra suficiente floculação e formação da resistência do floco em 5
25 segundos ou menos, para realizar muitos processos de separação convencionais para remover os flocos da corrente líquida.

b) 90 ppm de Ca^{+2} foram dosadas e misturadas na solução de PAC/água de torneira como CaCl_2 simultaneamente com o alginato, em uma concentração de 10 ppm. Ambos aditivos foram adicionados, sob condições

de mistura de cisalhamento, na solução durante um período de 2 segundos. O alginato era alginato de potássio dissolvido em água deionizada em uma concentração logo abaixo da concentração teórica crítica de sobreposição de 0,1% em peso na água deionizada. Imediatamente após os dois segundos de
5 mistura de cisalhamento por dispersão homogênea, a solução foi gotejada em um saco de filtro com corte de 25 microns. As partículas submicrônicas foram floculadas e facilmente filtradas. A água livre de partículas foi observada deixando o filtro desde a primeira gota, 2 a 3 segundos após a mistura ter sido interrompida e o fluido ter sido gotejado no filtro. Isto foi verificado
10 analisando-se estas primeiras gotas sob um microscópio. O método mostra suficiente floculação e formação da resistência do floco em 5 segundos ou menos, durante simultaneamente a mistura de íons divalentes e dito polissacarídeo realizarem muitos processos de separação convencionais. Além disso, a geleificação prematura foi impedida pela combinação da diluição de
15 polissacarídeo e a mistura de cisalhamento de alta velocidade.

c) 10 ppm de alginato foram dosadas sob condições de mistura de cisalhamento na solução de PAC/água da torneira durante 1 a 2 segundos, depois do que, 90 ppm Ca^{+2} como CaCl_2 foram misturadas sob cisalhamento na solução durante outros 1 a 2 segundos. O alginato era
20 alginato de potássio dissolvido em água deionizada em uma concentração logo abaixo da concentração teórica crítica de sobreposição de 0,1% em peso na água deionizada. O alginato e o agente de reticulação foram misturados juntos durante um período de quatro segundos, e a solução foi então imediatamente gotejada em um saco de filtro com corte de 25 microns. As
25 partículas submicrônicas foram floculadas e facilmente filtradas. A água livre de partículas foi observada deixando o filtro desde a primeira gota, 2 a 3 segundos após a mistura ter sido interrompida e o fluido ter sido gotejado no filtro. Isto foi verificado analisando-se estas primeiras gotas sob um microscópio. O método mostrou suficiente floculação e formação de

resistência do floco em cinco segundos ou menos para processos de separação convencionais, como um resultado da mistura de íons divalentes após dosagem de dito polissacarídeo, quando tais íons divalentes não estão presentes na água. O método também mostra que quando íons divalentes não estão inicialmente presentes na água, o alginato, em muitas soluções concentradas, pode ser posto em contato com partículas quase imediatamente, após o que, reticulação quase instantânea pode ser obtida adicionando-se íons multivalentes. A relação de velocidade da mistura de ditos componentes da água poluída é o fator limitante de tempo em vez das reações químicas. Esta descoberta inesperada representa uma melhoria significativa para a separação em linha de poluição de grandes correntes de água contínuas.

d) Os processos dos testes 10a), 10b) e 10c) foram repetidos com agitação, em lugar de vigorosa mistura ou mistura de cisalhamento. Foi observado que a geleificação prematura ocorreu nas repetições dos testes 10a) e 10b). Multiplicando-se o alginato dosado pelo fator dois, entretanto, formaram-se flocos após 30 segundos. A formação de flocos ao ponto de precipitação visível levou mais do que um minuto e a fase aquosa não ficou límpida quando vigorosamente misturada. Em relação aos testes anteriores, os flocos não foram adequados em tamanho para remoção via uma peneira, e os flocos menores ficaram relativamente fracos, rompendo-se em partículas menores quando mais agitados.

Em um teste similar ao teste 10c), quando agitando, flocos foram obtidos com a mesma concentração inicial como no teste 10c), em um total de 1 minuto de dosagem inicial de alginato. 30 segundos foram usados para misturar o alginato e outros 15 segundos para misturar o CaCl_2 , e outros 15 segundos foram necessários para a formação de floco.

Teste 11

A fim de ilustrar a resistência superior do floco que permite a utilização dos métodos de floculação, como explicado nos exemplos

anteriores, o fluido floculado processado como nos testes 10a), 10b) e 10c) foram, após repouso de 30 segundos, processados em um misturador de cozinha padrão de alto cisalhamento por um minuto. Surpreendentemente, os flocos puderam ainda ser filtrados em um filtro de 25 microns, e a fase aquosa não tornou-se escura ou turva. Após 30 segundos, os flocos reaglomeraram-se e precipitaram e deixaram uma fase aquosa límpida.

Muitos aparelhos de processamento de alta capacidade usados para separação de sólidos de correntes líquidas, incluindo ciclones, dispositivos de extração, centrífugas, processos de flotação e dispositivos de peneira de alta vibração, não podem ser combinados com floculantes eficazes, porque a resistência do floco produzida por tais floculantes é demasiado fraca para os flocos sobreviverem ao tratamento severo encontrado no processo de separação. Estes processos facilmente removem qualquer partícula maior do que cinco microns. O fracasso do misturador de cozinha de alto cisalhamento para quebrar os flocos produzidos pelos métodos da presente invenção demonstra que o presente método é adequado para o tratamento de água do processo com uma variedade de diferentes equipamentos que apresentam problemas quando usados com alguns floculantes e/ou métodos de floculação convencionais.

20 Teste 12

O esgoto não tratado de uma planta de tratamento municipal foi coletado na corrente afluyente após uma etapa de filtragem em peneira grossa de 2mm. O carbono orgânico total (TOC) foi medido em 63 mg/l. A água foi filtrada em uma nanomembrana para remoção completa de sólidos suspensos. Isto foi feito a fim de caracterizar quanto do teor orgânico estava dissolvido da poluição orgânica, sabido ser inacessível para floculação usar alginato sozinho. A remoção por filtração de membrana forneceu um TOC de 23 mg/l. Uma série de 8 testes paralelos foi realizada por dosagem de 15 ppm de alginato de sódio em uma solução 0,5% em peso na água deionizada,

seguido por vigorosa mistura por 30 segundos, e então vigorosa mistura de 40 ppm de CaCl_2 , quando uma solução aquosa concentrada ligeiramente supersaturada forneceu imediata floculação e sedimentação. Após apenas cinco minutos, a fase aquosa límpida foi amostrada para análise de sólidos suspensos sem qualquer tipo de filtração ou outro tratamento. As amostras foram analisadas para TOC para comparação com a amostra de referência do filtrado de membrana.

6 de 8 amostras mostraram resultados idênticos quanto a filtração da membrana, 23 mg/l TOC. 2 de 8 amostras mostraram 24 mg/l TOC. Este teste mostra que o tratamento de alginato é muito rápido e que concentrações muito pequenas foram suficientes para remover todos os sólidos suspensos.

Teste 13

A remoção de placas sanguíneas de água servida de matadouro é extremamente difícil, e é correntemente realizada com floculantes inorgânicos que têm como consequência o resíduo sólido não poder ser ainda processado para comida animal, nutrientes, proteínas e enzimas de alto valor, etc. Especialmente as placas sanguíneas de água servida de matadouros de salmão são difíceis de manipular quando estas placas sanguíneas são suspensas em água do mar no processo de matança de peixe. Estas placas sanguíneas são consideradas ser de alto valor para outros processamentos.

Neste exemplo, 5 litros de água servida de sangue fresco de um matadouro de salmão foram tratados com 5 ppm de alginato de potássio diluídas em uma solução 0,05% aquosa com água deionizada antes da dosagem dentro da água poluída. Em um pH acima de 8,5, preferivelmente 9,5, a solução de alginato foi adicionada em alguns segundos sob vigorosa mistura, para produzir imediata separação de placas de sangue e gordura da água do mar, sem outra adição de íons multivalentes. O material floculado vermelho escuro flutuou rapidamente para a superfície e uma fase aquosa

límpida cristal surgiu abaixo. O material de alto valor flutuante tornou-se disponível para outro refinamento pelo presente processo para uso potencial em comidas, medicamentos, etc.

Teste 14

5 Um teste de escala total instalado como descrito na Figura 2 foi montado para este teste. 400 gramas de argila branca submicrônica, 400 gramas de PAC pulverizado com tamanhos de partículas submicrônico a 3 microns, foram homogeneamente suspensas em 8000 litros de água da torneira em um tanque, para fornecer o meio aquoso a ser tratado neste
10 exemplo. Uma solução de 1% em peso de alginato de potássio do tipo Protanal® KF 200 da FMC Biopolymer AS, baseado no peso combinado de alginato e água, foi preparada em água deionizada para dosagem do meio aquoso via uma Bomba de Dosagem de Membrana Iwaki (7). Uma solução saturada de CaCl_2 em água de torneira foi preparada para dosagem via uma
15 Bomba de Dosagem de Membrana Iwaki (9).

O dispositivo de mistura de cisalhamento (8) era uma bomba de multifases de 4-estágios do tipo EB4u da Edur Pumpenfabrik da Alemanha. O lado de sucção do dispositivo de mistura de cisalhamento (8) foi conectado a uma mangueira de suprimento de ar e também no lado de sucção,
20 uma entrada de dosagem separada foi fornecida para a solução de alginato. O ar foi suprido pelo vácuo naturalmente criado do lado de sucção da bomba e foi regulado por uma simples válvula de ar. O ponto de dosagem de cátion divalente foi localizado no cano 1", no qual o fluxo foi bombeado da bomba de multifases, 2 cm em frente ao dispositivo de separação (11).

25 O dispositivo de separação (11) era um MI-Epcon Compact Flotation Unit tank (CFU). Esta unidade era, neste caso, um tanque cilíndrico fechado com um diâmetro de 30 cm, uma altura de 70 cm e um volume de 50 litros (o volume de água efetivo no tanque é de 35 litros). O CFU tem uma saída de refugio para a poluição separada, e neste caso, o material refugado foi

alimentado para um tanque separado (12).

O processo de separação CFU patenteado pela MI Epcon envolve manuseio de material extremamente grosseiro durante a extração do ar/gás de flotação do sistema ejetor separador na entrada do tanque, bem como um efeito ciclone. O CFU é raramente aplicado em processos de separação, exceto para separação de óleo, porque estes mecanismos de separação são demasiado grosseiros para serem aplicáveis em combinação com os flocos formados por floculantes convencionais para separação de partículas, porque as forças aplicadas desintegram os flocos impedindo desse modo a separação. No final do processo, um tanque de 10 m³ coletou a água tratada.

O teste foi realizado com um fluxo de 2 m³/hora. A dosagem de alginato foi ajustada para fornecer uma concentração de 10 ppm de alginato na água poluída. CaCl₂ foi dosado para fornecer 100 ppm de íons Ca⁺² na água poluída. A bomba de multifases de 4-estágios foi ajustada para 2900 rpm/min com 0,4 bar de vácuo no lado de sucção permitindo 6 litros de ar/min para ser retirado de dentro da bomba, em que o alginato foi cizalhado na mistura de água poluída/ar em cerca de um segundo.

Uma tubulação 1" de 0,5 metro da bomba (8) para o CFU (11) permitiu um tempo de contato de 6 segundos entre a solução de alginato e a água poluída, antes que o CaCl₂ fosse dosado. O tempo de contato após dosagem de CaCl₂, porém antes que o fluido tratado entrasse no processo de separação do tanque de CFU, foi menor do que 1 segundo. O tempo de processo total no tanque foi de 1 minuto, após o que, a água tratada foi coletada no tanque de coleta.

O resultado do teste foi que a água refugada, aproximadamente 1% do fluxo total, era uma combinação de flocos fortes, escuros e água. A água efluente era água límpida, não turva e não foi possível ver uma diferença entre a água efluente e a água de torneira original, antes da adição de

particulados para formar a água poluída. Ele também mostrou que todas as partículas foram removidas da corrente efluente no processo de separação. O teste provou que as reações de rápida floculação descritas na invenção podem ser aplicadas no processamento de escala total e que a resistência dos flocos resultantes é suficiente para suportar mesmo condições de separação muito severas.

Deve ser entendido, entretanto, que mesmo apesar de numerosas características e vantagens da presente invenção serem fornecidas da descrição precedente, junto com detalhes da estrutura e função da invenção, a descrição é somente ilustrativa, e mudanças podem ser feitas em detalhes, especialmente em questões de formato, tamanho e arranjo das partes dentro dos princípios da invenção, na extensão total indicada pelo amplo significado geral dos termos em que as reivindicações anexas são expressas.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para remoção de poluentes de uma corrente aquosa contínua, caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de

5 a) adicionar à corrente aquosa uma solução de um composto de hidrocolóide ou polissacarídeo aniônico sob misturação suficiente para assegurar mistura substancialmente homogênea de dita solução com dita corrente aquosa antes de geleificação prematura de dito hidrocolóide ou polissacarídeo aniônico, e

10 b) flocular os poluentes para formar aglomerados geleificados por reação de dito hidrocolóide ou polissacarídeo aniônico com cátions capazes de geleificar dito polissacarídeo ou hidrocolóide, e

separar os aglomerados geleificados da corrente aquosa.

15 2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que um agente de sorção é adicionado à corrente aquosa antes de, ou junto com o hidrocolóide ou polissacarídeo aniônico.

20 3. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-2, caracterizado pelo fato de que o polissacarídeo ou hidrocolóide está presente na solução adicionada à corrente aquosa a uma concentração abaixo da concentração de superposição crítica, para aumentar a misturação do polissacarídeo ou hidrocolóide e a corrente aquosa.

4. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-2, caracterizado pelo fato de que a concentração de polissacarídeo ou hidrocolóide em dita solução é regulada por adição de água.

25 5. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-2, caracterizado pelo fato de que a solução de polissacarídeo ou hidrocolóide é adicionada a uma corrente aquosa que contém cátions dissolvidos capazes de geleificar dito polissacarídeo ou hidrocolóide.

6. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 - 2, caracterizado pelo fato de que cátions capazes de geleificar o polissacarídeo

ou hidrocolóide são misturados na solução de polissacarídeo ou hidrocolóide antes da adição de dita solução à corrente aquosa.

5 7. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-2, caracterizado pelo fato de que os aglomerados geleificados são separados da corrente aquosa por flotação, e um agente de flotação é adicionado à solução de polissacarídeo ou hidrocolóide, antes de adicionar a solução na corrente aquosa.

10 8. Método de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que uma bomba de cisalhamento-misturação força a solução de polissacarídeo ou hidrocolóide e agente de flotação para a corrente aquosa.

15 9. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-2, caracterizado pelo fato de que os aglomerados geleificados são separados da corrente aquosa por sedimentação, e materiais de conferir peso são adicionados à corrente aquosa antes de e/ou junto com a solução de polissacarídeo ou hidrocolóide para facilitar sedimentação.

10. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-2, caracterizado pelo fato de que o polissacarídeo ou hidrocolóide é um sal solúvel em água de ácido algínico.

20 11. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-2, caracterizado pelo fato de que o polissacarídeo ou hidrocolóide é selecionado de pectina, carragenano, carboximetil celulose e alginatos que polissacarídeos ou hidrocolóides podem reticular com cátions.

25 12. Método de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o sal solúvel em água de ácido algínico é um de alginato de sódio, alginato de potássio, alginato de amônio, alginato de magnésio ou um outro sal de alginato e um cátion monovalente.

13. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-2, caracterizado pelo fato de que o alginato tem um teor de monômero de guluronato que é mais alto que 30%.

14. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-2, caracterizado pelo fato de que o alginato tem um teor de monômero de guluronato que é mais alto que 50%.

5 15. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-2, caracterizado pelo fato de que o polissacarídeo ou hidrocolóide é adicionado na corrente aquosa a uma concentração em uma gama de 0,01 a 500 ppm

10 16. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-2, caracterizado pelo fato de que o polissacarídeo ou hidrocolóide é adicionado na corrente aquosa a uma concentração em uma gama de 0,1 a 100 ppm.

15 17. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-2, caracterizado pelo fato de que o polissacarídeo ou hidrocolóide é adicionado na corrente aquosa a uma concentração em uma gama de 1 a 50 ppm.

18. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-2, caracterizado pelo fato de que água usada para dissolver o polissacarídeo ou hidrocolóide na solução de polissacarídeo ou hidrocolóide é selecionada de: água fresca, água que contém sais e água de processo recirculada.

20 19. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o agente de sorção é adicionado à corrente aquosa junto com a solução de polissacarídeo ou hidrocolóide.

25 20. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 2 e 18, caracterizado pelo fato de que o agente de sorção é um líquido, e uma mistura de suspensão é preparada misturando um polissacarídeo ou hidrocolóide sólido, água e agente de sorção em um dispositivo de misturação por cisalhamento que opera com uma força de cisalhamento suficiente para dissolver o polissacarídeo ou hidrocolóide sólido em uma solução substancialmente homogênea com o agente de sorção dispersado ou suspenso

em dita solução.

21. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o agente de sorção é um sólido e é adicionado diretamente na corrente aquosa.

5 22. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-2, caracterizado pelo fato de que a misturação da solução de polissacarídeo ou de hidrocolóide e a corrente aquosa é conduzida usando um aparelho de misturação de alto cisalhamento.

10 23. Método de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que a misturação da solução de polissacarídeo ou hidrocolóide e a corrente aquosa é conduzida usando bomba de misturação multifásica.

15 24. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-2, caracterizado pelo fato de que os cátions capazes de geleificar o polissacarídeo ou hidrocolóide são adicionados diretamente à corrente aquosa antes da, simultaneamente com a, ou depois da adição da solução de polissacarídeo ou hidrocolóide.

20 25. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-2, caracterizado pelo fato de que o polissacarídeo ou hidrocolóide está presente na solução a uma concentração de 0,001% em peso a 0,1% em peso, com base no peso combinado da água e do polissacarídeo ou hidrocolóide.

25 26. Solução apropriada para adição a uma corrente aquosa para conduzir o método como definido em qualquer uma das reivindicações 1-2, caracterizada pelo fato de que compreende, água, um dentre hidrocolóide e polissacarídeo aniônico dissolvido na água, e um ou mais dos ingredientes seguintes: agente de sorção pulverizado, um conservante para prevenir atividade biológica e um agente antigeleificante.

27. Solução de acordo com a reivindicação 26, caracterizado pelo fato de que contém um agente de sorção e uma concentração de polissacarídeo ou hidrocolóide na água que é abaixo de uma concentração que

bloqueia uma superfície de sorção do agente de sorção pulverizado.

5 28. Solução de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que a concentração do polissacarídeo ou hidrocolóide na água está abaixo da concentração de superposição crítica para o polissacarídeo ou hidrocolóide em água.

29. Solução de acordo com a reivindicação 28, caracterizado pelo fato de que a concentração do polissacarídeo ou hidrocolóide na água é de 0,001% em peso a 0,1% em peso, com base no peso combinado da água e do polissacarídeo ou hidrocolóide.

10 30. Uso do método como definido em qualquer uma das reivindicações 1-2, caracterizado pelo fato de que é em uma separação de óleo/água.

15 31. Uso do método como definido em qualquer uma das reivindicações 1-2, caracterizado pelo fato de que é para separação de poluentes em águas produzidas pela indústria de óleo ou gás antes de descarregar ditas águas em um meio-ambiente.

20 32. Uso do método como definido em qualquer uma das reivindicações 1-2, caracterizado pelo fato de que é para separação de poluentes em água de injeção antes da água de injeção ser injetada de volta em um processo de produção de óleo e gás.

33. Uso do método como definido em qualquer uma das reivindicações 1-2, caracterizado pelo fato de que é para separação de poluentes a partir de uma corrente aquosa selecionada de água potável, águas de efluente, e águas de processo industriais.

25 34. Uso do método como definido em qualquer uma das reivindicações 1-2, caracterizado pelo fato de que é como um pré-tratamento de água que deve ser processada por um método selecionado de osmose inversa, nanofiltração, ultrafiltração, filtração média, filtração mecânica, flotação, sedimentação, usando um ciclone, usando uma centrífuga, via

tratamento com luz ultravioleta, tratamento químico, e evaporação.

35. Método para remoção de poluentes de uma corrente aquosa contínua, caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de:

5 adicionar um hidrocolóide ou polissacarídeo aniônico como um sólido finamente dividido, ou em forma seca ou disperso ou suspenso em um líquido à corrente aquosa que não contém uma quantidade significativa de cátions capazes de geleificar o polissacarídeo ou hidrocolóide, sob influência de altas forças de cisalhamento, para obter uma mistura rápida e substancialmente homogênea de dito polissacarídeo ou hidrocolóide na
10 corrente aquosa,

 adicionar subsequente uma quantidade suficiente de pelo menos um cátion capaz de geleificar o polissacarídeo ou hidrocolóide à corrente aquosa para geleificar uma proporção significativa de dito polissacarídeo ou hidrocolóide, e

15 flocular os poluentes por reação do polissacarídeo ou hidrocolóide com ditos cátions para formar aglomerados geleificados, e = separar os aglomerados geleificados da corrente aquosa.

36. Método de acordo com a reivindicação 35, caracterizado pelo fato de que o polissacarídeo ou hidrocolóide é pré-misturado com um agente dispersante em uma bomba de cisalhamento-mistura que opera com
20 uma força de cisalhamento suficiente para dispersar o polissacarídeo ou hidrocolóide em uma suspensão homogênea que subsequente é dosado na corrente aquosa.

37. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 35-36, caracterizado pelo fato de que as altas forças de cisalhamento-mistura são aplicadas por uma bomba multifásica de alta velocidade.

38. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 35-36, caracterizado pelo fato de que o líquido é selecionado de um álcool, um óleo e um agente de extração por extrair fenóis de uma corrente aquosa.

39. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 35-36, caracterizado pelo fato de que os cátions de geleificação são adicionados em meios aquosos em uma forma selecionada de cloreto de cálcio e polímeros carregados.

5 40. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 35-36, caracterizado pelo fato de que o polissacarídeo é um sal solúvel em água de ácido algínico.

10 41. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 35-36, caracterizado pelo fato de que o polissacarídeo é selecionado de pectina, carragenano, carboximetil celulose, e alginatos.

42. Método de acordo com a reivindicação 40, caracterizado pelo fato de que o sal solúvel em água de ácido algínico é selecionado de alginato de sódio, alginato de potássio, alginato de amônio, alginato de magnésio ou outro sal de alginato e um cátion monovalente.

15 43. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 35-36, caracterizado pelo fato de que os aglomerados geleificados são separados da corrente aquosa por flotação, e um agente de flotação é misturado com o polissacarídeo ou hidrocolóide antes da adição do polissacarídeo ou hidrocolóide à corrente aquosa.

20 44. Método de acordo com a reivindicação 43, caracterizado pelo fato de que o polissacarídeo, um líquido e um agente de flotação são forçados para dentro da corrente aquosa.

25 45. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 35-36, caracterizado pelo fato de que os aglomerados geleificados são separados da corrente aquosa por sedimentação e materiais que conferem peso são adicionados à corrente aquosa antes do, ou junto com o, polissacarídeo ou hidrocolóide para facilitar sedimentação.

46. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 35-36, caracterizado pelo fato de que o polissacarídeo é um alginato e dito

alginate tem um teor de monômero de guluronato que é mais alto que 30%.

47. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 35-36, caracterizado pelo fato de que o polissacarídeo é um alginato e dito alginato tem um teor de monômero de guluronato mais alto que 50%.

5 48. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 35-36, caracterizado pelo fato de que o polissacarídeo ou hidrocolóide é adicionado à corrente aquosa a uma concentração em uma gama de 0,01 a 500 ppm.

10 49. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 35-36, caracterizado pelo fato de que o polissacarídeo ou hidrocolóide é adicionado à corrente aquosa a uma concentração em uma gama de 0,1 a 100 ppm.

15 50. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 35-36, caracterizado pelo fato de que o polissacarídeo ou hidrocolóide é adicionado à corrente aquosa a uma concentração em uma gama de 1 a 50 ppm.

20 51. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 35-36, caracterizado pelo fato de que pelo menos um agente de sorção é adicionado à corrente aquosa junto com o polissacarídeo ou hidrocolóide, ou diretamente na corrente aquosa.

25 52. Método de acordo com a reivindicação 51, caracterizado pelo fato de que dito o agente de sorção é um líquido, e uma mistura em suspensão é preparada misturando o polissacarídeo ou hidrocolóide e agente de sorção em uma bomba de cisalhamento-misturação que opera com força de cisalhamento suficiente para dispersar o polissacarídeo em uma solução homogênea com o agente de sorção, e a suspensão é adicionada subsequentemente à corrente aquosa.

53. Método de acordo com a reivindicação 51, caracterizado pelo fato de que o agente de sorção é um sólido e é adicionado diretamente na

corrente aquosa.

54. Mistura para adicionar a uma corrente aquosa poluída, para conduzir um método como definida na reivindicação 35, caracterizada pelo fato de que compreende um pó de um hidrocolóide ou polissacarídeo aniônico suspenso ou disperso em um ou mais dos seguintes meios: um hidrocarboneto alifático, um óleo vegetal, um fluido de extração, um álcool, um conservante, e um agente anticongelamento.

Figura 1

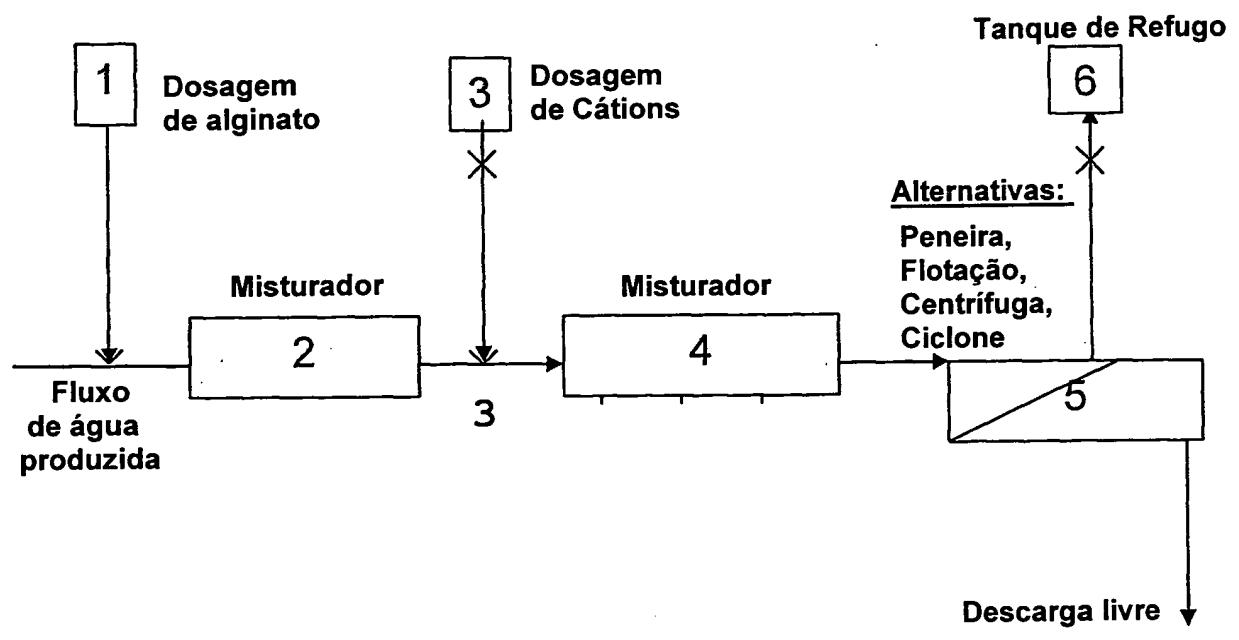


Figura 2

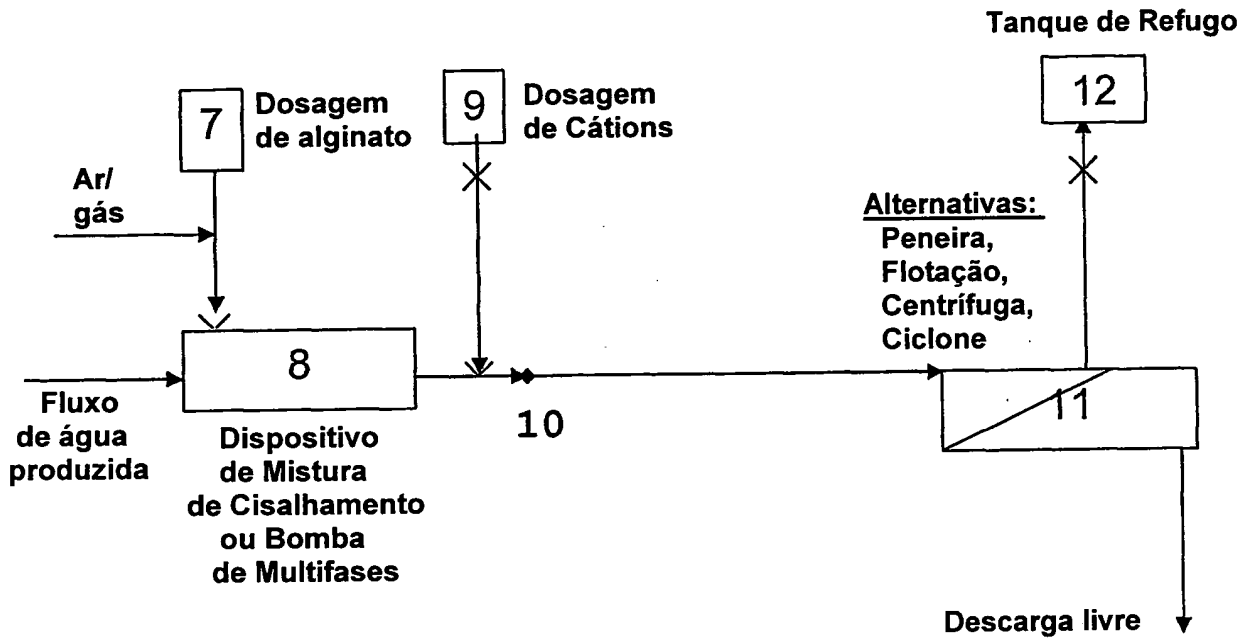
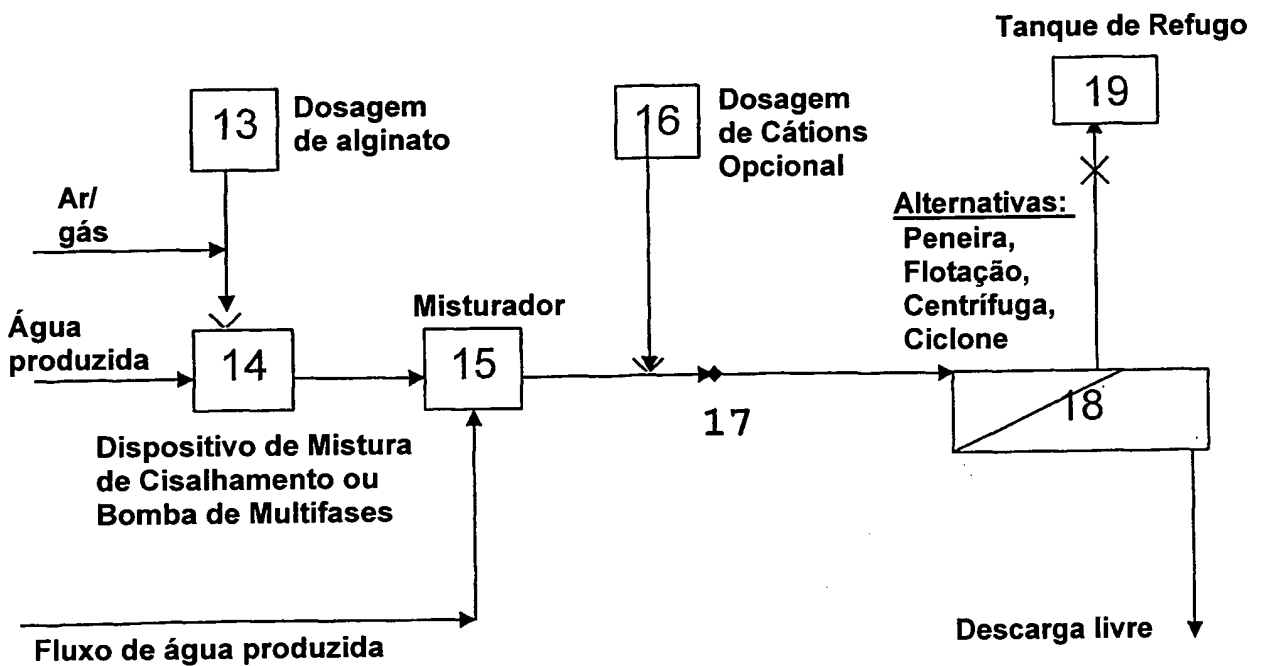


Figura 3



RESUMO

“MÉTODO PARA REMOÇÃO DE POLUENTES DE UMA CORRENTE AQUOSA CONTÍNUA, SOLUÇÃO APROPRIADA PARA ADIÇÃO A UMA CORRENTE AQUOSA, USO DO MÉTODO E MISTURA PARA ADICIONAR A UMA CORRENTE AQUOSA POLUÍDA”

Um método para remoção de materiais dissolvidos e/ou partículas de uma corrente líquida compreendendo floculação misturando vigorosamente polissacarídeos ou hidrocolóides na corrente líquida e geleificação subsequente dos polissacarídeos ou hidrocolóides com cátions capazes de geleificar os mesmos. Aglomerados geleificados grandes, robustos de poluente e polissacarídeo ou hidrocolóide são formados com a ajuda de cátions apropriados. Os aglomerados geleificados são bem apropriados para a separação de uma corrente líquido por flotação, em uma peneira, em uma centrífuga, em um ciclone ou por outros processos de separação convencionais. Também é descrito um método para misturar polissacarídeo ou hidrocolóide não dissolvido com uma corrente aquosa poluída por cisalhamento do polissacarídeo ou hidrocolóide na corrente aquosa para melhorar a logística e prover economias no tratamento de grandes volumes de água. Também é descrito o uso de soluções de polissacarídeos diluídas para tratamento de uma variedade de correntes de efluente. Uma aplicação da invenção é provida para remoção de hidrocarboneto dentro da indústria petroleira, mas também para outros tipos de água contendo óleo e também água com poluição orgânica ou de particulados.