



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

(21) **PI 0615623-1 A2**

(22) Data de Depósito: 05/09/2006
(43) Data da Publicação: 11/12/2012
(RPI 2188)



(51) *Int.Cl.:*
C02F 1/42

(54) Título: PROCESSO PARA REMOVER ÍONS FLUORETO DE UMA SOLUÇÃO AQUOSA CONTAMINADA E DE UM SUPRIMENTO DE ÁGUA CONTAMINADA COM ÍONS FLUORETO E APARELHO PARA REMOVER FLUORETO DE UMA SOLUÇÃO AQUOSA CONTAMINADA COM ÍONS FLUORETO

(30) Prioridade Unionista: 01/09/2006 US 11/469613,
07/09/2005 US 60/714643

(73) Titular(es): Aquatic Treatment Systems, Inc.

(72) Inventor(es): Timothy J. Badger

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

(86) Pedido Internacional: PCT US2006034373 de
05/09/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/030407de
15/03/2007

(57) Resumo: PROCESSO PARA REMOVER ÍONS FLUORETO DE UMA SOLUÇÃO AQUOSA CONTAMINADA E DE UM SUPRIMENTO DE ÁGUA CONTAMINADA COM ÍONS FLUORETO E APARELHO PARA REMOVER FLUORETO DE UMA SOLUÇÃO AQUOSA CONTAMINADA COM ÍONS FLUORETO. São descritos um processo para remover íons fluoreto de uma solução aquosa contaminada com íons fluoreto e um aparelho usado para realizar o processo, ambos os quais utilizam partículas de alumina modificada. As partículas de alumina modificada contêm alumina complexada com ferro ou manganês, ou ambos.

“PROCESSO PARA REMOVER ÍONS FLUORETO DE UMA SOLUÇÃO
AQUOSA CONTAMINADA E DE UM SUPRIMENTO DE ÁGUA
CONTAMINADA COM ÍONS FLUORETO E APARELHO PARA
REMOVER FLUORETO DE UMA SOLUÇÃO AQUOSA
5 CONTAMINADA COM ÍONS FLUORETO”

REFERÊNCIA CRUZADA A PEDIDOS RELACIONADOS

Este pedido reivindica benefício do pedido provisório número
de série US 60/714.643 que foi depositado em 7 de setembro de 2005.

CAMPO TÉCNICO

10 A presente invenção diz respeito a um processo para remover
íons fluoreto de uma solução aquosa. Em particular, uma solução aquosa
contendo fluoreto é posta em contato com partículas de alumina modificada
que contêm ferro ou manganês, ou ambos, sorvidos distribuídos
completamente de forma substancialmente homogênea, o contato sendo
15 mantido e a solução contendo uma pequena quantidade de íons fluoreto é
separada das partículas sólidas.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

Embora se acredite piamente que a ingestão de fluoreto em
água não seja prejudicial, ou que seja mesmo benéfica, muitas pesquisas
20 sugerem o contrário. Os efeitos físicos detrimenais de ingestão excessiva
sistemática de fluoreto, fluorose esquelética e uma variedade de outros efeitos
sistêmicos, tais como doença dos rins, reações de hipersensibilidade, efeitos
de enzima, mutações genéticas, defeitos congênitos e câncer, para citar
alguns.

25 Um dos efeitos físicos detrimenais mais prevalecentes de
ingestão de fluoreto é fluorose dentária. Fluorose dentária é a mineralização
de fluoreto do esmalte dentário (substituição de íon hidroxila pelo íon
fluoreto). Ela é caracterizada por lesões descoloridas nos dentes (coloração
amarela, marrom e cinza), hipoplasia (crescimento e desenvolvimento



subnormal dos dentes), hipocalcificação (pouca calcificação dos dentes), formação de cavidades nos dentes, e maior desgaste dos dentes. Esses efeitos são notados em crianças com idade abaixo de sete anos quando a concentração de fluoreto na sua água de beber excede 1,5 miligramas por litro (mg/L: ou partes por milhão, ppm).

Um outro efeito físico detrimental preponderante de ingestão de fluoreto é fluorose esquelética. Fluorose esquelética é a mineralização de fluoreto do osso (substituição do íon hidroxapatita pelo íon fluoreto). Os sintomas de fluorose esquelética incluem dor óssea crônica; fusão de vértebras, osteoporose (diminuição da massa óssea com baixa densidade e espaços ampliados no osso, produzindo porosidade e fragilidade); osteosclerose (os ossos tornam-se mais densos e têm estrutura cristalina anormal); calcificação da junta e ligamento; sensações de queimadura, picada e formigamento nos membros; fraqueza muscular; fadiga crônica; desordem gastrointestinal; e apetite reduzido.

Os efeitos de ingestão de fluoreto no corpo humano não estão limitados aos dentes e ossos. Conforme mencionado anteriormente, existem outros sérios efeitos físicos detrimentais sérios resultantes da ingestão de fluoreto. Algumas das doenças que foram ligadas a ingestão de fluoreto são: doença de Alzheimer/doenças desmielinizantes, anemia, artrite, câncer de mama, síndrome do túnel carpal, diminuição de testosterona/espermatogênese, ducto deferente alterado/crescimento testicular, menor arcada dentária, coroamento dentário, erupção de dentes tardia, diabetes insipidus, diarreia, síndrome de Down, início prematuro de puberdade, eosinofilia, desordens dos olhos/ouvido/nariz, febre, distúrbios gastrointestinais, gengivite, desordens do coração, hipertensão, hipoplasia, hipotireoidismo – câncer de tireóide, disfunção dos rins, osteosarcoma, baixo peso neonatal, candidíase, esclerose múltipla, carcinoma de célula escamosa oral, doença de Parkinson, epilepsia, gagueira, irritações de pele, espondilite

esclerosante, telangiectasia, trombose, colite ulcerativa, câncer uterino, hemorragia vaginal e pulso fraco.

Embora existam muitas fontes de fluoreto em nosso ambiente, água naturalmente fluorada é a fonte mais abundante e problemática de fluoreto ingerido por seres humanos. De fato, a maioria dos casos de fluorose esquelética no mundo é causada pela ingestão de água naturalmente fluorada. Em países em desenvolvimento, tais como Índia, China, África, América latina e Oriente Médio, fluorose esquelética decorrente de bebida de água naturalmente fluorada é particularmente preponderante por causa da ênfase no desempenho de trabalho físico pesado, a severa inacessibilidade a tratamento de saúde adequado e nutrição pobre. Fluorose esquelética é composta em três situações em virtude de essas pessoas estarem em um estado de jejum enquanto consomem água rica em fluoreto, não consomem dieta rica em cátions (a saber, cálcio) e são algumas vezes igualmente desafiadas metabolicamente (isto é, apresentam doença dos rins). Depreende-se então que na Índia, por exemplo, mais de um milhão de pessoas apresentam esta fluorose esquelética. A maioria das vítimas aí vive em área onde o nível de fluoreto na água é 2 ppm ou mais, mas alguns casos eles vivem em comunidades onde o nível de fluoreto natural na água é menor que 1 ppm.

Assim, existe uma necessidade urgente de um processo que remova íons fluoreto indesejados de soluções aquosas de uma maneira eficiente, econômica e ambientalmente consistente. É desejável que um processo como esse seja flexível e suficientemente robusto a fim de abordar as exigências de grandes utilidades públicas de água, poços privados em países desenvolvidos, e fontes de água contaminada em países em desenvolvimento. É também desejável que um método de remoção de fluoreto possa remover fluoreto em excesso da água sem remover todos os minerais traços que contribuem para o paladar da água.

Algumas poucas tecnologias foram descritas na ciência a

respeito desse assunto para remover fluoreto em excesso da água. Essas incluem osmose reversa, adsorção de alumina, destilação e troca iônica clássica. Embora esses métodos podem ser um pouco efetivos na redução de concentrações de fluoreto, nenhum deles é tão efetivo quanto o descrito a seguir, e nenhum oferece a simplicidade de uso exigida para tratamento de poço privado ou para áreas menos desenvolvidas do mundo onde energia elétrica confiável é indisponível. Nessas situações, um tratamento no "ponto de uso" é necessário, ou a água tem que ser transportada para o uso.

As partículas de alumina modificada da presente invenção são aparentemente similares ao meio descrito na patente U.S. 6.599.429 ('429), Azizian et al. Entretanto, as partículas contempladas aqui diferem bastante na estrutura, sendo de forma substancial fisicamente homogênea em alumina e ferro, ao passo que o meio na '429 é meramente um revestimento de ferro da alumina. Em outras palavras, o meio na '429 tem um núcleo de alumina com uma camada externa de ferro de uma maneira bifásica. Em segundo lugar, as partículas de alumina modificada contempladas aqui têm uma afinidade de ligação muito maior por íons fluoreto por causa de sua estrutura exclusiva em relação ao meio encontrado na '429, mostrado na revelação seguinte.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Um aspecto da presente invenção contempla um processo para remover íons fluoreto de uma solução aquosa contaminada com íons fluoreto solúveis, isto é, com uma concentração de íons fluoreto superior cerca de 1,5 ppm, preferivelmente superior a cerca de 2 ppm e mais preferivelmente superior a cerca de 4 ppm. Este processo compreende colocar em contato uma solução aquosa contaminada com íons fluoreto com partículas de alumina modificada que compreendem um complexo de alumina com ferro ou manganês, ou ambos. O contato é mantido por um período de tempo suficiente para que os íons fluoreto sejam sorvidos pelas partículas de alumina modificada para formar partículas contendo fluoreto e uma solução aquosa

com uma baixa concentração de fluoreto. As partículas de alumina modificada contendo fluoreto são separadas da solução aquosa com uma baixa concentração de fluoreto. É particularmente preferível que a solução aquosa com uma baixa concentração de íons fluoreto tenha uma concentração
5 de íons fluoreto que é menor que a de uma solução aquosa contaminada.

Em um outro aspecto desta invenção, o processo utiliza partículas de alumina modificada que compreendem ferro sorvido completamente de forma substancialmente homogênea nas partículas, com o ferro presente em uma quantidade de cerca de 0,10 a cerca de 0,15 molar em
10 um volume sedimentado por gravidade de partículas em água deionizada.

Em uma modalidade alternativa desta invenção, o processo utiliza partículas de alumina modificada que compreendem manganês sorvido completamente de forma substancialmente homogênea nas partículas, com o manganês presente em uma quantidade de cerca de 0,05 a cerca de 0,075
15 molar em um volume de partículas sedimentada por gravidade em água deionizada.

Nesta invenção, o valor do pH da solução aquosa contaminada por íons fluoreto é cerca de 6 a cerca de 9 e mais preferivelmente cerca de 6,5 a cerca de 8,6.

20 Ainda um aspecto contemplado adicional desta invenção é um aparelho para uso na remoção de íons fluoreto de soluções aquosas pela ação de sorção das partículas de alumina modificada.

A presente invenção apresenta diversos benefícios e vantagens.

25 Um benefício é que ela fornece um meio de fase sólida barato que pode remover íons fluoreto de soluções aquosas.

Um outro benefício da invenção é que um meio a base de alumina de fase sólida contemplado contendo fluoreto sorvido liga-se aos íons firmemente, permitindo assim disposição de meio usado em um aterro

sanitário ou mesmo em concreto sem preocupação de lixiviação dos íons ligados para o ambiente.

Ainda benefícios e vantagens adicionais da invenção ficarão aparentes ao trabalhador versado na técnica a partir da revelação seguinte.

5 BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A figura 1 mostra uma representação esquemática de um vaso de separação usado em uma modalidade da invenção.

A figura 2 mostra uma representação esquemática de um outro vaso de separação usado em uma modalidade da invenção.

10 A figura 3 mostra uma representação esquemática também de um outro vaso de separação usado em uma modalidade da invenção.

A figura 4 mostra uma representação esquemática de vasos de separação, de um tipo similar ao da figura 3, montado em série em sistema feito de acordo com os preceitos da invenção.

15 A figura 5 é uma vista lateral do conjunto do vaso de separação da figura 4.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

Embora a presente invenção seja suscetível à modalidade de várias formas, estão mostradas nos desenhos diversas das modalidades atualmente preferidas que são discutidas com mais detalhes a seguir. Deve-se entender que a presente revelação deve ser considerada uma exemplificação da presente invenção, e não é para limitar a invenção às modalidades específicas ilustradas. Deve-se entender ainda que o título desta seção deste pedido ("Descrição Detalhada da Invenção") diz respeito a uma exigência do

20

25 Escritório de Patentes dos Estados Unidos, e não deve ser considerado para limitar a matéria em questão aqui revelada.

A presente invenção contempla um processo para remover íons fluoreto de soluções aquosas contaminadas com íons fluoreto, isto é, com uma concentração de íons fluoreto superior a cerca de 1,5 ppm,

preferivelmente superior a cerca de 2 ppm e mais preferivelmente superior a cerca de 4 ppm, e um aparelho usado para realizar esse processo, ambos os quais utilizam partículas de alumina modificada.

Assim, um aspecto da presente invenção contempla um processo para remover íons fluoreto de uma solução aquosa contaminada com íons fluoreto que compreende colocar em contato a solução aquosa contendo íons fluoreto contaminada com partículas de alumina modificada que compreendem um complexo de alumínio com ferro ou manganês, ou ambos. Esse contato é mantido por um período de tempo suficiente para que os íons fluoreto sejam sorvidos pelas partículas de alumina modificada para formar partículas contendo fluoreto e uma solução aquosa com uma baixa concentração de fluoreto. As partículas de alumina modificada contendo fluoreto são em seguida separadas da solução aquosa com uma baixa concentração de fluoreto.

Em um aspecto deste processo, as partículas de alumina modificada compreendem ferro sorvido completamente de forma substancialmente homogênea pelas partículas. O ferro pode estar presente em uma quantidade até a saturação, mas está preferivelmente presente em uma quantidade de cerca de 0,10 a cerca de 0,15 molar em um volume de partículas sedimentado por gravidade de água deionizada.

Alternativamente, em um outro aspecto da invenção, as partículas de alumina modificada podem compreender manganês sorvido completamente de forma substancialmente homogênea pelas partículas, com o manganês presente até uma quantidade de saturação. Mais preferivelmente, o manganês está presente em uma quantidade de cerca de 0,05 a cerca de 0,075 molar em um volume de partículas sedimentada por gravidade em água deionizada.

Ambos os tipos de partículas podem ser também usadas juntas, de forma que uma quantidade preferida de metal possa ser cerca de 0,05 a

cerca de 0,10 molar em um volume de partículas sedimentado por gravidade em água deionizada.

Preferivelmente, o valor do pH da solução aquosa contaminada é cerca de 6 a cerca de 9, e mais preferivelmente cerca de 6,5 a cerca de 8,6.

5 Também, um processo contemplado para remover íons fluoreto de uma solução aquosa contaminada com íons fluoreto pode ocorrer em múltiplos estágios. Um processo como esse compreende colocar em contato a solução aquosa com uma porção de partículas de alumina modificada supradiscutida. As porções individuais de partículas na seqüência
10 compreendem o mesmo tipo de partículas (a^n), uma ou mais partículas diferentes ($a^n + b^n$), ou uma mistura destas $(a + b)^n$. O contato individual assim feito é mantido por um período de tempo suficiente para que os íons fluoreto sejam sorvidos pelas partículas de alumina modificada para formar partículas contendo fluoreto e uma solução aquosa com uma baixa
15 concentração de fluoreto. As porções individualmente postas em contato de partículas de alumina modificada contendo fluoreto são separadas da solução aquosa com uma baixa concentração de fluoreto. A solução aquosa com uma baixa concentração de fluoreto é então posta em contato com uma outra porção de partículas de alumina modificada. Este contato é mantido por um
20 período de tempo suficiente para que os íons fluoreto sejam sorvidos pelas partículas de forma a criar uma solução aquosa com uma baixa concentração de fluoreto adicional e uma outra porção de partículas de alumina modificada contendo fluoreto. Essas partículas contendo fluoreto então são separadas da solução com uma baixa concentração de fluoreto adicional. Este ciclo pode
25 ser repetido de acordo com a necessidade para atingir a redução desejada na concentração de fluoreto na solução aquosa.

Neste processo seqüencial de múltiplos estágios, as partículas modificadas podem ser alumina-ferro ou alumina-manganês, ou uma mistura heterogênea de partículas de alumina-ferro e alumina-manganês.

Preferivelmente, são utilizados três tanques em série. O primeiro tanque é projetado como uma coluna funcional, o segundo tanque ou tanque intermediário é projetado com uma coluna de proteção e o terceiro tanque ou último tanque na série é projetado como a coluna de polimento. À medida que a solução de fluoreto passa para baixo e através de cada tanque na seqüência do tanque 1 para o tanque 2 e tanque 3, o fluoreto liga-se às partículas. À medida que a capacidade do sorvente é reduzida, de cima para baixo, fluoreto começa lixiviar através do tanque seguinte e para fora dele em ordem. O cálculo do leito e do tamanho do tanque leva em conta não somente a vazão, mas a capacidade do meio prevista e a exaustão máxima. A meta é ter o efluente do tanque 3 dentro de níveis aceitáveis, isto é, ter a concentração de íons fluoreto abaixo de uma concentração de contaminação, e ao mesmo tempo utilizando completamente a capacidade do tanque 1. Em condições onde o nível muito alto de fluoreto está presente, um tanque adicional (tanque 4) pode também ser incorporado.

Além do mais, esta invenção contempla um processo particularmente preferido para remover íons fluoreto de um suprimento de água contaminada com íons fluoreto que compreende as etapas de colocar em contato uma solução aquosa contaminada com íons fluoreto com partículas de alumina modificada que contém ferro ou manganês, ou ambos, sorvidos distribuídos completamente de forma substancialmente homogênea pelas partículas em uma quantidade de cerca de 0,05 a cerca de 0,15 molar, medida em um volume de partículas sedimentado por gravidade em água deionizada. As partículas opcionalmente também contêm uma espécie de iodo oxidado, tal como íon de periodato (perbromato pode também ser usado) e são substancialmente sem iodo molecular (ou bromo). O contato é mantido por um período de tempo suficiente para que os íons fluoreto presentes sejam sorvidos pelas partículas para formar primeiro caminho de fluxo e uma solução aquosa com uma baixa quantidade de fluoreto. As partículas contendo

fluoreto são separadas da solução aquosa com uma baixa quantidade de fluoreto.

Preferivelmente, neste processo, o valor do pH da solução aquosa é tal como previamente discutido. A solução aquosa é preferivelmente pré-filtrada antes de entrar em contato com as partículas de alumina modificada para remover substancialmente todo o material sólido.

Na prática preferida, é contemplado que o contato entre a solução aquosa contendo fluoreto e as partículas seja realizado em uma coluna cromatográfica ou recipiente de fluxo, tal como um plástico perfurado ou bolsa de malha contendo partículas de adsorção, por exemplo, um "sacote de chá". Uma coluna de vidro ou plástico (por exemplo, polietileno ou polipropileno) é um vapor particularmente preferido para uso aqui e tem uma entrada para receber uma solução de amostra aquosa antes do contato da solução da amostra com as partículas e uma saída para a saída de água depois do contato com as partículas.

Também, esta invenção diz respeito a um aparelho para remover fluoreto de uma solução aquosa que é contaminada com íons fluoreto que compreende um vaso que tem uma entrada, uma saída e um complexo de alumina modificada em uma região contendo complexo de alumina modificada, em que o complexo é suportado e contido na região do complexo de alumina modificada.

Este aparelho preferivelmente compreende um vaso que inclui um primeiro suporte com capacidade de fluxo posicionado entre a saída e uma região contendo complexo de alumina modificada. Além do mais, o aparelho compreende um vaso que inclui um segundo suporte com capacidade de fluxo posicionado entre a entrada e a região contendo complexo de alumina modificada.

Um vaso de suporte contemplado é tipicamente vidro ou plástico, tal como polietileno ou polipropileno, e é tipicamente uma coluna ou

cartucho cromatográfico. Um vaso contemplado pode incluir uma ou mais entradas, saídas, válvulas tais como registros e acessórios similares.

Um vaso de suporte contemplado é cilíndrico e tem uma entrada para receber um fluido tal como uma solução aquosa antes do contato da solução com as partículas contidas e uma saída para saída de água depois do contato com as partículas. Quando o vaso de suporte é uma coluna ou cartucho cromatográfico de vidro ou plástico, o vaso pode conter válvulas apropriadas, tais como registros para controlar o fluxo aquoso, bem conhecidas, bem como juntas de conexão tais como encaixes Luer. A entrada para receber uma solução de líquido aquosa e uma saída para saída de líquido podem ser da mesma estrutura como se um béquer, frasco ou outro vaso fosse usado para um processo contemplado, mas a entrada e a saída são tipicamente diferentes e são separadas uma da outra quando um fluido tal como ar é utilizado. Normalmente, a entrada e a saída estão em extremidades opostas do aparelho.

A figura 1 fornece um desenho esquemático de um aparelho preferido para uso na remoção de íons fluoreto da solução aquosa. Aqui, o aparelho 10 está mostrado incluindo um vaso de suporte como uma coluna 12 com uma entrada 26 e uma saída 28 para água. A saída tem uma vedação integral e é separável da vedação em uma conexão frágil 32. O aparelho 10 contém um ou mais elementos de suporte com capacidade de fluxo. Em uma modalidade, uma frita 22 suporta partículas 16, e uma frita superior 18 ajuda manter as partículas no lugar durante a introdução de um influente de solução aquosa. Fritas contempladas podem ser feitas de vidro ou plástico tal como polietileno de alta densidade (HDPE). Uma frita de HDPE 35-45 μm de tamanho de poro médio é preferida. É contemplado um aparelho que pode também incluir um registro ou outro dispositivo de regulagem de fluxo (não mostrado) na saída 28, próximo a ela ou em conjunto com ela para assistir na regulagem do fluxo através do aparelho.

Uma coluna cromatográfica supradescrita é tipicamente oferecida para venda com uma tampa (não mostrada) colocada na entrada 26 e uma extremidade do tubo 30 rompível (frágil). As partículas em tal coluna são tipicamente molhadas e equilibradas com água ascética e podem ser usadas
5 como parte de um estojo de mochileiro para uma caminhada ou passeio de acampamento, ou similares.

A figura 2 fornece um segundo desenho esquemático de um outro aparelho preferido. Aqui, o aparelho 110 está mostrado incluindo um vaso de suporte como um cartucho 112 com uma entrada 126 e uma saída 128
10 para água. Uma tampa 124 é preferivelmente moldada integralmente com a entrada 126. A saída 128 é preferivelmente moldada integralmente com o cartucho 112. O aparelho 110 contém um suporte poroso tal como uma frita 122 que suporta partículas 116. Um suporte poroso superior tal como uma frita 118 ajuda manter as partículas no lugar durante a introdução de uma
15 amostra aquosa influente ou solução de eluição. Um aparelho contemplado pode também incluir um registro ou outro dispositivo de regulagem de fluxo (não mostrado) na saída 128, próximo a ela ou em conjunto com ela para assistir na regulagem do fluxo através do aparelho.

Um cartucho contemplado tal como um vaso da figura 2 é
20 tipicamente provido com as partículas em um estado seco, ou molhado com água ascética sem íons fluoreto. Além do mais, a entrada 126 e a saída 128 são preferivelmente guarnições padrões tais como encaixes Luer que são adaptados para fácil conexão a outros encaixes de gás e/ou líquido padrões. Esta modalidade é particularmente adaptada para uso no dissipador de uma
25 pessoa como um filtro final antes do uso da água, como onde água portátil é distribuída de um poço. Esta modalidade contendo partículas é também particularmente adaptada para uso com ar como o fluido.

A figura 3 ilustra um diagrama esquemático também de um outro aparelho 210 para realizar a presente invenção. O aparelho 210 inclui

um vaso de suporte 212 que tem um orifício de entrada 226 e um orifício de saída 228. Os orifícios de entrada e saída 226, 228 são posicionados em uma extremidade comum do vaso 212. Este arranjo pode ser usado, por exemplo, onde o acesso a todo o vaso 212 é limitado e a anexação da tubulação de conexão (não mostrada) é facilitada pela localização dos orifícios 226, 228 próximos ou adjacentes uns aos outros.

O vaso 212 suporta as partículas 216 nele a uma altura predeterminada (correspondente a um volume da coluna) dentro do vaso 212. Um tubo submerso 230 fica localizado dentro do vaso 212 em comunicação fluídica com o orifício de saída 228. O tubo submerso 230 fornece um caminho para descarregar água tratada (por exemplo, ascética) do vaso 212.

Fendas 232 ou outras aberturas são formadas no tubo submerso 230 para fornecer um caminho de fluxo do vaso 212 para o interior do tubo 230 e assim para a saída do vaso 228. As fendas 232 ou aberturas são dimensionadas de forma correspondente para impedir a perda de partículas 216 do vaso 212. Tal como com as modalidades previamente descritas, um suporte, tal como a frita (não mostrada), pode ser colocado sobre as partículas 216 para manter as partículas 216 no lugar no vaso 212.

Conforme será facilmente entendido a partir de um estudo da figura 3, água é suprida ao vaso 212 pelo orifício de entrada 226. A água "enche" o vaso 212 até um nível operacional. Água tratada é extraída pela saída 228 através do tubo submerso 230. O fluxo de água através do tubo submerso 230 pode entrar somente no tubo escoando através das partículas 216. Assim, é provido um aparelho compacto facilmente conectado 210 pelo qual água é tratada.

Referindo-se agora à figura 4, percebe-se que esta modalidade da presente invenção inclui uma unidade de tratamento de cinco estágios 310. A unidade de tratamento de cinco estágios 310 compreende um coletor universal 312 no qual um ou mais vasos com o meio 314, similar ao aparelho

210 (figura 3), podem ser anexados. A anexação dos vasos 314 no coletor 312 pode ser por meio de dispositivo tipo parafuso, baioneta ou outros tipos de dispositivos de montagem, todos bem conhecidos na tecnologia.

O coletor universal 312 da presente modalidade inclui uma pluralidade de aberturas 315 para anexação de vários vasos de tratamento 312, cada qual tendo meio de tratamento selecionado. O coletor 312 inclui dispositivo 318 para direcionar água para o meio de maneira tal que a água possa passar mais eficientemente por ele e ser tratada por ele. O dispositivo 317 para direcionar água inclui pelo menos um de uma torneira de entrada e de saída 318s, ou outro dispositivo de conexão de água, e tubo apropriado 318p, que pode incluir qualquer tipo de tubo ou tubulação tipicamente usados com sistemas de água, tal como PVC ou outro tubo ou tubulação de plástico e outros tubos ou tubulação de cobre ou outro metal, e em particular vai da torneira de entrada até a saída. O tubo 318s conecta adicionalmente as torneiras de entrada e saída e as aberturas 315 através das quais o meio de conexão é conectado. A figura 4A é uma vista de um sistema como esse por um lado. Percebe-se que o coletor 312 pode ser suportado simplesmente pelo uso de elementos de suporte estrutural 313. Em outras modalidades, tais sistemas podem ser anexados a uma superfície para estabilidade, ou podem incluir rodízios ou outros dispositivos de mobilidade (não mostrados) para permitir que o dispositivo seja transportado de acordo com a necessidade.

Percebe-se que, na figura 4, o coletor universal 312 também inclui pelo menos um, e preferivelmente uma pluralidade de tampas 320 conectada nos tubos 318p para que água possa ser drenada do coletor universal no local da tampa. Entende-se que as tampas 320 são usadas em particular para testar a água depois da passagem por cada vaso de tratamento 314 para determinar a eficácia do tratamento, permitindo que mudanças informadas sejam feitas de acordo com a necessidade. O coletor 312, na presente modalidade, e vantajosamente, pode compreender dispositivos de

18
27

medição de pressão de água 312p e um fluxímetro 324, todos os quais são usados para controlar e testar a eficácia do dispositivo como um todo, e cada elemento individual do mesmo. Versados na técnica entendem que vários dispositivos mostrados são meramente exemplos da plethora de dispositivos que pode ser usada para fornecer as funções descritas, e que substituições de dispositivos que fornecem funções ou dados similares ou iguais podem ser trocados, portanto, sem fugir do escopo inédito da presente invenção.

Adicionalmente, O coletor 312 da presente invenção é projetado para que água seja forçada através de cada um dos vasos de meio anexados 314 em uma formação em série; ou seja, a água corre primeiramente através de um vaso de meio de tratamento 314 antes de ir para o vaso de tratamento seguinte até que a qualidade de água desejada seja atingida. Cada vaso 314 pode ser referido como um estágio de tratamento. Versados na técnica entendem que, embora um número estabelecido de vasos de tratamento 314 esteja mostrado e descrito na figura 4, qualquer quantidade de vasos 314 pode ser usada, incluindo mais de um de um ou mais ou um ou mais vasos, sem fugir do escopo inédito da presente invenção, de acordo com a necessidade de atingir o tratamento desejado.

Na figura 4, está mostrado um coletor 312 com dispositivos para anexação de cinco estágios de vasos de meio de tratamento 314. Versados na técnica entendem, de uma maneira similar, que qualquer outro número de estágios de meio pode ser usado, de acordo com a exigência do nível de qualidade de água desejada, sem fugir do escopo inédito da presente invenção.

Na presente modalidade, os cinco estágios incluem vasos 314 com meio dos tipos descritos e explicados na presente invenção, bem como meio de tratamento conhecido pelos versados na técnica com efeito de tratamento similar ou igual. No presente exemplo, mostrado na figura 4, um primeiro vaso 314a (referindo-se primeiramente ao lado direito do coletor 312

19
9

visto na figura 4) é um filtro que aprisiona sedimento e é preferivelmente feito basicamente de polipropileno, que preferivelmente tem a capacidade de filtrar particulados de uma faixa de tamanho de cerca de 1-5 μ . O segundo vaso 314b pode conter um suprimento suficiente de complexo de alumina ativada, ou complexo A/A, que é uma alumina ativada com pH ajustado com capacidade de ajustar a acidez da água de tratamento e remover parte do fluoreto ou outros íons presentes na água que fazem contato com a alumina ativada.

O terceiro vaso 314c pode conter um complexo de alumina manganês, ou complexo A/M (descrito no exemplo 4, aqui), ou um complexo alumina ferro, ou A/I; seguido por um quarto vaso 314d com um complexo alumina/periodato, ou complexo A/P (descrito no exemplo 1, aqui). Entende-se, pela discussão, e particularmente pelos exemplos dados aqui, que cada um dos complexos A/M, A/I e A/A é usado na remoção de fluoreto da água, ao passo que o complexo A/P funciona como um desinfetante. O complexo A/I é tipicamente usado primeiro, já que ele é o mais barato, seguido por um ou ambos dos complexos A/I e A/M, em série, onde ambos são usados, que agem como colunas de proteção para acabar a extração de íons fluoreto desejada. O coletor 312 pode compreender adicionalmente um quinto vaso 314e, contendo meio de carbono de casca de coco (csc) para ajustar o paladar e a qualidade final da água no sistema. Versados na técnica entendem que os tipos de quantidades de meios de filtração e desinfecção 340 usados serão baseados na condição inicial da água a ser tratada.

Entende-se que meio de filtração, purificação e outro meio de tratamento do tipo descrito encontram-se disponíveis por diversas fontes e fabricantes, muitos dos quais fornecem tal meio em formas adequadas para anexação a um coletor universal 312 tal como o descrito. Também, entende-se que o meio bruto é também disponível, e que tal meio pode ser colocado em recipientes apropriados para recarga, limpeza e/ou criação do meio de filtro

apropriado.

Com relação ao meio particulado e de desinfecção, é recomendável que possa ser usado um ou mais meios de copolímero antimicrobiano e oxidante que estão revelados no pedido de patente copendente U.S. 10/023.022. Esse pedido está aqui incorporado na sua íntegra pela referência. Tal meio proporciona desinfecção antimicrobiana sem o uso de cloro. Entretanto, entende-se que o uso de outro meio particulado e de desinfecção pode ser feito sem fugir do escopo inédito da presente invenção.

Um aparelho contemplado, tal como o da figura 1, pode ser facilmente preparado pela formação de lama das partículas em água ascética que é isenta de contaminação com íons fluoreto. A lama é adicionada em um elemento de suporte com capacidade de fluxo, tal como uma frita, em um vaso de suporte orientado verticalmente, tal como uma coluna. As partículas podem sedimentar-se pela força de gravidade e podem ser empacotadas mais densamente usando vibração, compressão ou similares. Uma vez que uma altura desejada de partículas seja alcançada, qualquer líquido em excesso é removido, tal como por vácuo, um segundo elemento com capacidade de fluxo, tal como uma outra frita, é inserido na coluna acima das partículas e a tampa é colocada.

Para preparar uma outra coluna cromatográfica que pode ser usada para um processo contemplado, uma porção de partículas preparada da maneira discutida anteriormente é formada em uma lama em água ascética sem íons fluoreto, e alíquotas dessa lama são transferidas sob pressão de nitrogênio para uma coluna Bio-Rad® de vidro de 10 cm de comprimento (1,4 mm diâmetro interno) equipada com encaixes de polipropileno fabricados com a marca comercial "Cheminert" pela Chromatronix, Inc., Berkeley, CA. Quando a altura do leito desejada é atingida (correspondente a um volume do leito de cerca de 0,6 cm³), as partículas são novamente sedimentadas por retrolavagem. As partículas são então enxaguadas com diversos volumes do

leito de água ascética.

Um aparelho mostrado na figura 2 pode ser preparado adicionando-se um peso predeterminado de partículas secas ao cartucho 112 contendo saída moldada 128 e frita de suporte 122. O cartucho assim cheio
5 vibra em uma orientação vertical para atingir uma altura constante para o leito de partículas, o suporte poroso superior 118 é inserido, e a tampa 124 contendo entrada de fluido moldada 126 é colocada no dispositivo.

No processo contemplado, o contato entre as partículas e a solução aquosa contendo fluoreto aquoso contaminado é mantida por um
10 período de tempo suficiente para que o fluoreto seja ligado pelas partículas. Essa ligação é normalmente bastante rápida, com tempos de contato de alguns segundos até alguns minutos sendo tipicamente utilizados. Tempos de contato muito maiores, tais como de algumas horas, podem ser utilizados sem ser observado nenhum efeito prejudicial.

15 O tempo de contato é convenientemente controlado alterando-se a vazão na coluna ou no recipiente com capacidade de fluxo. O tempo que a solução é mantida em contato com as partículas é o "tempo de permanência da solução".

20 As restrições de fluxo, temperatura e pressão do processo são governadas basicamente pelas limitações do equipamento utilizado e pela resina usada na realização da invenção. Temperatura e pressão ambiente são normalmente usadas.

25 Deve-se entender que a solução com uma baixa concentração de fluoreto adicional tem uma concentração de íons fluoreto que é menor que uma quantidade contaminante. Múltiplas etapas de contato e manutenção podem ser utilizadas para atingir este resultado desejado.

Um outro aspecto da invenção contempla alumina particulada modificada contendo íons de meta-periodato sorvidos completamente de forma substancialmente homogênea pelas partículas. As partículas são

geralmente referidas aqui como partículas A/P. Os íons de meta-periodato estão presentes em uma quantidade que pode ser até o ponto de saturação. Entretanto, preferivelmente, a quantidade de íons de meta-periodato é cerca de 0,1 a cerca de 015 molar em um volume de partículas sedimentado por gravidade em água deionizada. Cátions de sódio ou potássio são os contra-
5 íons preferidos para os íons de periodato. Uma menor quantidade de ânions de meta-periodato pode estar presente, mas o uso de uma quantidade como essa pode ser desperdicioso.

Essas partículas A/P são usadas como intermediários na
10 formação de partículas contendo ferro ou manganês. Essas partículas são também usadas na remoção de íons de manganês, ferro, cobalto e mercúrio de composições aquosas, cujos íons podem estar em um estado de oxidação o inferior ou o superior, tais como ferroso ou férrico, manganoso ou mangânico, mercurioso ou mercúrico de íons cobaltosos ou cobálticos. Essas
15 partículas A/P são também usadas para remover bactérias prejudiciais, tais como coliformes, da água. Na forma seca, partículas A/P podem ser usadas em um filtro de ar.

EXEMPLOS

Exemplo 1: preparação de um complexo Alumina/Meta-periodato (A/P)

20 Trinta litros de água deionizada foram colocados em uma bombona graduada de plástico de 45,4 litros (Nalgene Corp.). Em seguida, 1-2 ml de ácido sulfúrico concentrado foram adicionados à água. À solução ácida diluída, 800 gramas de meta-periodato de sódio sólido foram adicionados. O meta-periodato foi dissolvido por meio de um agitador de pás
25 suspenso. A solução foi obtida em cerca de 30 minutos à temperatura ambiente. A adição de ácido sulfúrico acelera a solução de sal de meta-periodato, mas não é essencial.

Depois que a solução foi obtida, o agitador foi removido e alumina ativada seca sólida malha 28/48 foi retirada da bombona com a ajuda

de um funil de boca larga até que o nível de alumina na bombona ficasse na marca de 30 litros (aproximadamente 23 kg de peso seco). A tampa da bombona foi recolocada e a bombona e os conteúdos, cerca de 38 litros de volume de reação total, foram colocados no seu lado e rolados periodicamente por meio de um rolo de tambor mecânico, ou rolando manualmente a bombona através de uma superfície plana, tal como um piso. A rolagem foi mais bem obtida em intervalos de tempo de 2-3 minutos para garantir boa mistura, mas evitando condições que promovessem redução do tamanho de partícula durante a moagem.

Depois de 4-5 ciclos de rolamento, a bombona foi colocada na vertical e permaneceu em repouso por toda a noite. No final deste período, finos associados com a alumina matéria-prima sedimentaram, deixando um sobrenadante limpo amarelo claro que apresentou resultados de teste negativos para íons de meta-periodato usando solução de amido/indicador KI. Este indicou que todo o meta-periodato ligou-se às partículas de alumina.

As partículas de alumina carregadas com meta-periodato foram removidas da bombona por vazamento e lavagem por meio de uma corrente de água. Partículas de alumina/periodato foram coletadas em um filtro de placa horizontal equipado com uma manta de tela de janela que permitiu que os finos atravessassem. As partículas coletadas foram lavadas com água de torneira até que a corrente de efluente do pote do filtro ficasse relativamente sem finos. Lavados contendo finos foram coletados em vasos ou jarros devidamente dimensionados, permitindo que os finos sedimentassem antes da descarga da água de lavagem misturada com sobrenadante da reação.

Partículas de alumina/periodato remanescentes da tela de filtro são adicionalmente desaerados aplicando-se um vácuo de aspirador de pó ao filtro. Alumina/periodato (A/P) podem ser usados diretamente neste ponto de preparação de complexo alumina/ferro, ou complexo alumina/mangânês.

Alternativamente, as partículas de alumina/periodato desaeradas podem ser secas ainda mais (até escoamento livre) carregando-se em bandejas e secas ao ar ou em forno. A capacidade de oxidação do A/P seco foi retida pelo menos por diversos meses, confirmadas pelo desafio com íons manganosos (Mn II) ou ferrosos (Fe II) aquosos que resultam em cores características formadas dentro e sobre o A/P branco.

A escala de produção de A/P é facilmente modificada seguindo-se o protocolo deste exemplo. Por exemplo, lotes de A/P 10 vezes maiores que os aqui descritos foram processados usando um vaso de cone rotativo em substituição a bombona e uma centrífuga equipada com telas de janela para o filtro de placa horizontal. Adicionalmente, alumina ativada de tamanho ou forma diferente, isto é, esférica, pode ser processada como neste exemplo essencialmente com os mesmos resultados.

Exemplos 2: Preparação de Partículas de Alumina/Ferro (A/I)

Um sorvente de óxido de ferro/alumina foi preparado da seguinte maneira. Dez litros de meta-periodato de sódio 0,125 M (NaIO_4) foram preparados em água deionizada na qual algumas gotas de ácido sulfúrico foram adicionadas. A solução foi colocada em uma bombona de plástico de 18,9 litros. Alumina (Al_2O_3), malha 28-48, (Alcan AA400G) foi vazada na bombona até que o sólido atingisse o volume original de 10 l, para que o recipiente mantivesse cerca de 12-14 l. A bombona foi fechada e rolada em um rolo de tambor por um período de cerca de 2 a 3 horas. Amostras foram retiradas do sobrenadante de tempos em tempos e testadas com papel de iodeto de amido para verificar meta-periodato livre.

Uma vez que o sobrenadante estava livre de meta-periodato, a mistura foi filtrada sob baixa pressão em um funil Buchner usando tela de janela de plástico como o filtro. A torta do filtro foi enxaguada com água deionizada e em seguida desaerada com o aspirador.

A alumina tratada com meta-periodato filtrada foi adicionada



novamente à bombona e 10 l de sulfato de amônio ferroso 0,125 M $\{\text{Fe}[(\text{NH}_4)\text{SO}_4]_2\}$ foram misturados com a alumina tratada com meta-periodato. A bombona foi fechada e os conteúdos misturados rolando por cerca de 12-16 horas (toda a noite). A superfície da alumina ficou marrom escura a partir da cor original branca, e depois do período de mistura, o líquido sobrenadante apresentou resultados de teste negativos para ferro usando um papel de teste comercial com uma sensibilidade de cerca de 100 ppm. O óxido de ferro em sorvente de alumina assim preparado foi filtrado.

Exemplo 3: Preparação de Complexo de Alumina/Ferro (A/I)

Trinta litros de alumina/periodato (A/P) (um litro mais que um pé cúbico) foram colocados em um bombona de plástico vazio de 45,4 litros com água deionizada à temperatura ambiente suficiente para somente cobrir as partículas A/P. Em seguida, uma solução de sulfato de amônio ferroso foi adicionada à bombona preparada dissolvendo-se 3,7 mols do sal referido (1,47 kg de monohidrato, pm 392) em cerca e 10 litros de água deionizada à temperatura ambiente.

Os conteúdos da bombona tampada foram misturados imediatamente, colocando a bombona no seu lado e rolando em uma superfície plana ou em um rolo de tambor mecânico. A mistura por rolagem tem continuidade em intervalos de 1-2 minutos por 1-2 horas. Depois deste período de tempo, um teste de íons ferrosos remanescentes no sobrenadante da reação deu negativo. Tiras de teste para ferro (II) da EM Science (Gibbstown(NJ 08027) sensíveis a 10 ppm são convenientes para monitorar a captação de ferro pelo A/P. A captação de íons de ferro pelas partículas A/P foi rápida e pôde ser notada visualmente pela mudança imediata na cor das partículas A/P brancas para uma cora marrom ferrugem escura de partículas de alumina/ferro (A/I) mediante adição e mistura da solução de íons ferrosos ao A/P na bombona.

As partículas A/I resultantes foram filtradas, lavadas e secas.

A/I seca ou molhada é estável indefinidamente, e não deixou escapar ferro ou alumínio quando desafiada com um fluxo aquoso em um valor de pH de cerca de 5,5 a cerca de 8,5.

Exemplo 4: Preparação de Complexo Alumina/Manganês (A/M)

5 Sulfato manganoso tetraidrato ($\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; PMt 223; 836 g) foi dissolvido em aproximadamente 10 litros de água deionizada à temperatura ambiente, foi adicionado a 30 litros de A/P (exemplo 1) em uma bombona de plástico de 45,4 litros e misturado por rolagem periódica de uma maneira. As partículas uniformemente pretas resultantes da

10 alumina/manganês (A/M) foram filtradas, lavadas e secas de uma maneira análoga à descrita para a preparação de A/I dado no exemplo 3. Partículas de A/M são um complexo marrom escuro (preto, quando malhado) de alumina, um óxido de iodo e um óxido de manganês, provavelmente Mn^{+4} . A/M foi considerado estável indefinidamente.

15 Exemplo 5: Comparação de Partículas A/I com Partículas Preparadas como em WO 99/50182

Um compósito de óxido de ferro-alumina descrito em WO 99/50182 encontra-se comercialmente disponível (Alcan Aluminium Co., Brockville, Ontario, Canadá) como AAFS50. Esse material está

20 adicionalmente descrito por seu fabricante como alumina contendo 6,0 por cento de Fe_2O_3 (cerca de 4,2 por cento de Fe) em peso. Ao contrário, partículas de A/I desta invenção contêm uma quantidade calculada de cerca de 1,2 por cento em peso de Fe.

Visualmente, A/I parece ter uma cor ferrugem mais escura,

25 mais intensa e uniforme, comparada com partículas de AAFS50, que são manchadas, não uniformes e de cor muito mais clara. Partículas AAFS50 submetidas a trituração (almofariz e pilão) revelam um núcleo branco dentro da partícula, indicando um revestimento de Fe_2O_3 no exterior. Trituração similar de partículas A/I revela uma cor ferrugem escura uniforme por todas

as partículas.

Foi surpreendente que o meta-periodato ligado na alumina serve tanto como um oxidante quanto um agente complexante para o desafio de íons ferrosos. A/I preparado pelo presente método quando ré-desafiado com solução de sulfato de amônio ferroso fresco libera lentamente iodo elementar livre (I₂), evidenciado pela formação de cristais de iodo e pela cor púrpura na fase vapor. Um teste de engomadura positivo foi também observado.

Partículas A/I preparadas por esta invenção assim têm íon de meta-periodato residual (ou oxidante similar) em alguma forma como um componente integral. Partículas de A/I são uma composição substancialmente homogênea de ferro em um estado de ligação desconhecido, um óxido de iodo e alumina. WO 99/50182 descreve um composto de óxido de ferro carregado como um revestimento em alumina.

15 Exemplo 6: Capacidade de Adsorção de Fluoreto de Partículas de Alumina Modificada

Neste exemplo, três tipos de partículas foram examinadas com relação à suas capacidades de reduzir a concentração de fluoreto de uma solução aquosa (10-12 mg/L F⁻) em dois diferentes níveis de pH, menor pH 6,48 – 6,52 e maior pH 8,2 – 8,6. As partículas de alumina modificada da presente invenção, alumina/ferro (A/I) e alumina/manganês (A/M) foram ensaiadas juntamente com alumínio ativado comercialmente disponível. Entretanto, a alumina ativada foi testada no pH de 6,8 a 7,4, que é uma limitação com este meio. Um leito de adsorção (20 ml) foi conseguido formando-se uma lama de A/I, A/M ou alumina em uma coluna configurada com um fluxo descendente sobre e através do leito de meio particulado e ascendente através de um tubo de retorno. A vazão recomendada para atingir contato e enxerto suficiente nas superfícies de partículas foi equivalente a um volume do leito por minuto (20 ml por minuto) para as partículas A/I e A/M,

mas uma vazão 5 vezes menor teve que ser usada para o leito de alumina ativado (uma limitação adicional). O Tempo de Contato do Leito Vazio (EBCT) foi 1,0 a 1,5 minuto para A/I e A/M e 5 a 7 minutos para o alumínio ativado (uma outra limitação).

5 Capacidade de Adsorção de Fluoreto de Partículas de Alumina Modificada

pH 6,48 – 6,52

| Litros de solução aquosa que passa pela coluna | Amostra A/I CPLX 2002 Concentração de fluoreto em efluente (mg/L) | Amostra A/M CPLX 2001 Concentração de fluoreto em efluente (mg/L) |
|--|--|--|
| 1 | 0,07 | 0,00 |
| 2 | 0,18 | 0,00 |
| 3 | 0,84 | 0,39 |
| 4 | 2,60 | 0,36 |
| 5 | 4,50 | 0,10 |
| 6 | 5,45 | 0,20 |
| 7 | 6,10 | 0,15 |
| 8 | 6,90 | 0,43 |
| 9 | 7,80 | 1,28 |
| 10 | 9,50 | 2,74 |

Capacidade de Adsorção de Fluoreto de Partículas de Alumina Modificada

pH 8,2 – 8,6

| Litros de solução aquosa que passa pela coluna | Amostra A/I CPLX 2002 Concentração de fluoreto em efluente (mg/L) | Amostra A/M CPLX 2001 Concentração de fluoreto em efluente (mg/L) |
|--|--|--|
| 1 | 0,11 | 0,21 |
| 2 | 0,09 | 0,04 |
| 3 | 2,55 | 0,00 |
| 4 | 6,55 | 0,28 |
| 5 | 8,40 | 0,34 |
| 6 | 9,20 | 0,51 |
| 7 | 9,98 | 0,50 |
| 8 | 10,00 | 1,90 |
| 9 | 10,00 | 2,68 |
| 10 | 11,00 | 4,30 |

10 Por causa do valor de pH, a vazão e o EBCT foram diferentes no leito de alumina ativada, os resultados estão listados aqui em vez de nas tabelas anteriores. Para alumina ativada, somente 1.500 mL da solução de fluoreto aquosa passaram pela coluna antes de 20 mL do leito serem exaustos. Em outras palavras, o tamanho do leito de alumina ativada foi 5 a 7 vezes maior que tanto de A/I quanto de A/M, e também a capacidade total de um



leito de alumina ativada foi uma pequena fração tanto dos leitos menores de Complexo Alumina/Ferro quanto de Complexo Alumina/Manganês.

Cada uma das patentes e artigos aqui citados está incorporada pela referência. O uso do artigo "um" ou "uma" deve incluir um ou mais.

5 A descrição apresentada e os exemplos devem ser ilustrativos e não devem ser considerados como limitação. Ainda outras variações de acordo com o espírito e escopo desta invenção são possíveis e ficarão facilmente aparentes aos versados na técnica.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para remover íons fluoreto de uma solução aquosa contaminada, caracterizado pelo fato de que compreende:

5 a) colocar em contato uma solução aquosa contaminada com íons fluoreto com partículas de alumina modificada, em que as ditas partículas de alumina modificada contêm ferro ou manganês, ou ambos, sorvidos completamente distribuídos de forma substancialmente homogênea ;

10 b) manter o dito contato por um período de tempo suficiente para que os íons fluoreto sejam sorvidos pelas partículas de alumina modificada para formar partículas contendo íons fluoreto e uma solução aquosa com uma baixa concentração de íons fluoreto; e

c) separar as partículas de alumina modificada contendo íons fluoreto da solução aquosa com uma baixa concentração de íons fluoreto.

15 2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as ditas partículas de alumina modificada compreendem ferro sorvido completamente de forma substancialmente homogênea pelas partículas, e em que o dito ferro está presente em uma quantidade de cerca de 0,10 a cerca de 0,15 molar em um volume de partículas sedimentado por gravidade em água deionizada.

20 3. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as ditas partículas de alumina modificada compreendem manganês sorvido completamente de forma substancialmente homogênea pelas partículas, e em que o dito manganês está presente em uma quantidade de cerca de 0,05 a cerca de 0,075 molar em um volume de partículas sedimentado por gravidade em água deionizada.

4. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o valor do pH da solução aquosa é cerca de 6 a cerca de 9.

5. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o valor do pH da solução aquosa é cerca de 6,5 a cerca de

8,6.

6. Processo para remover íons fluoreto de uma solução aquosa contaminada, caracterizado pelo fato de que compreende:

5 a) colocar em contato uma solução aquosa contaminada com íons fluoreto contendo uma porção de partículas de alumina modificada, em que as ditas partículas de alumina modificada contêm ferro ou manganês, ou ambos, sorvidos distribuídos completamente de forma substancialmente homogênea, e em que as ditas porções de partículas na seqüência compreendem o mesmo tipo de partículas (a^n), uma ou mais partículas
10 diferentes ($a^n + b^n$), ou uma mistura destes $(a + b)^n$;

b) manter o dito contato por um período de tempo suficiente para que íons fluoreto sejam sorvidos pelas partículas de alumina modificada para formar partículas contendo íons fluoreto e uma solução aquosa com uma baixa concentração de íons fluoreto;

15 c) separar as partículas de alumina modificada contendo íons fluoreto da solução aquosa com a baixa concentração de íons fluoreto;

d) colocar em contato a dita solução aquosa separada com baixa concentração de íons fluoreto com uma outra porção de partículas de alumina modificada;

20 e) manter o dito contato por um período de tempo suficiente para que os íons fluoreto sejam sorvidos pelas partículas de alumina modificada para formar partículas contendo íons fluoreto e uma solução aquosa com baixa concentração de íons fluoreto; e

25 f) separar as partículas de alumina modificada contendo íons fluoreto da solução aquosa com uma baixa concentração de íons fluoreto adicional.

7. Processo, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que as partículas modificadas são alumina-ferro.

8. Processo, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado

pelo fato de que as partículas de alumina modificada são alumina-manganês.

9. Processo, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que as partículas de alumina modificada são uma mistura heterogênea de partículas de alumina-ferro e alumina-manganês.

5 10. Processo para remover íons fluoreto de um suprimento de água contaminada com íons fluoreto, caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de:

a) colocar em contato uma solução aquosa contaminada com íons fluoreto com valor de pH de cerca de 6 a cerca de 9 com partículas de alumina modificada, as ditas partículas de alumina modificada contendo ferro ou manganês, ou ambos, sorvidos completamente distribuídos de forma substancialmente homogênea em uma quantidade de cerca de 0,05 a cerca de 0,15 molar, medida em um volume de partículas sedimentado por gravidade em água deionizada, as ditas partículas também contendo uma espécie de iodo oxidado e sendo substancialmente sem iodo molecular;

10

15

b) manter o dito contato por um período de tempo suficiente para que íons fluoreto presentes sejam sorvidos pelas partículas para formar partículas contendo íons fluoreto e uma solução aquosa com uma menor quantidade de íons fluoreto; e

20 c) separar as ditas partículas contendo íons fluoreto da dita solução aquosa com uma menor quantidade de íons fluoreto.

11. Processo, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o valor de pH da solução aquosa é cerca de 6,5 a cerca de 8,6.

25 12. Processo, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que a solução aquosa foi pré-filtrada para remover substancialmente todo material sólido.

13. Aparelho para remover fluoreto de uma solução aquosa contaminada com íons fluoreto, caracterizado pelo fato de que compreende

um vaso com uma entrada, uma saída e um complexo de alumina modificada em uma região contendo complexo de alumina modificada, em que o complexo é suportado e contido na região contendo complexo de alumina modificada.

5 14. Aparelho, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que o dito vaso inclui um primeiro suporte com capacidade de fluxo posicionado entre a saída e a região contendo complexo de alumina modificada.

10 15. Aparelho, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que o dito vaso inclui um segundo suporte com capacidade de fluxo posicionado entre a entrada e a região contendo complexo de alumina modificada.

15 16. Aparelho de separação, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que as ditas entrada e a saída são separadas uma da outra.

17. Aparelho de separação, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que as ditas entrada e saída estão em extremidades opostas do aparelho.

Handwritten signature

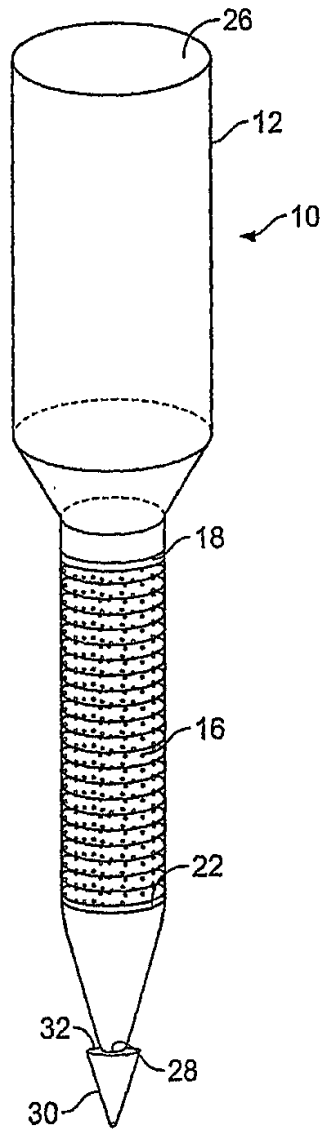


FIG. 1

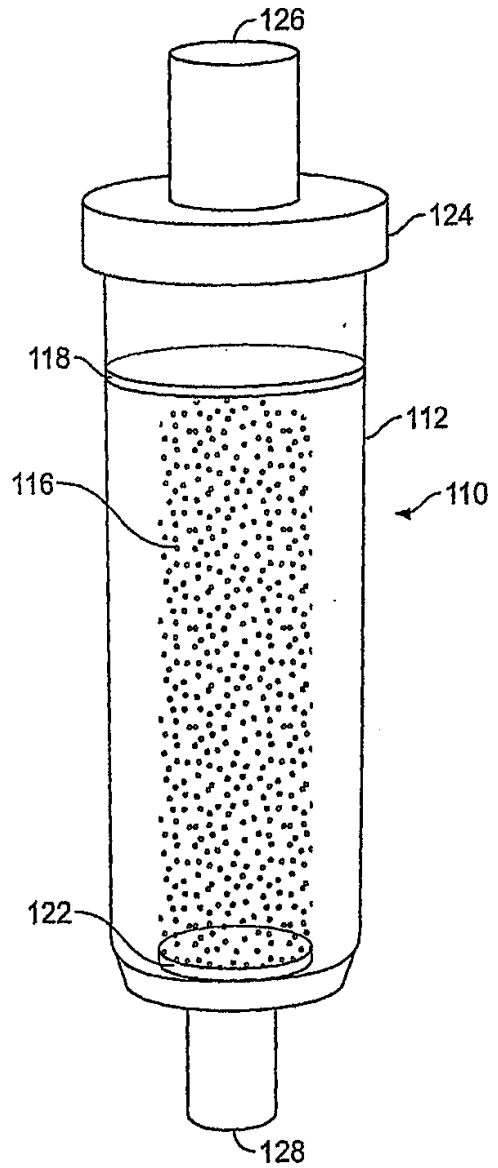


FIG. 2

3/27

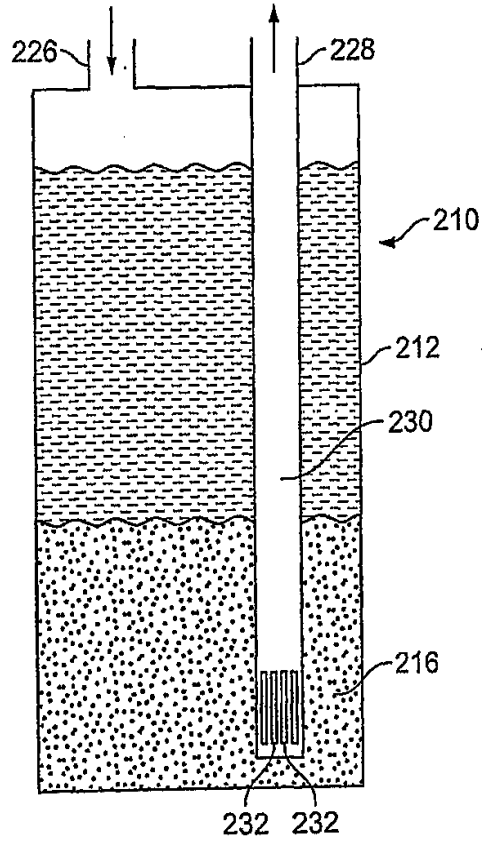


FIG. 3

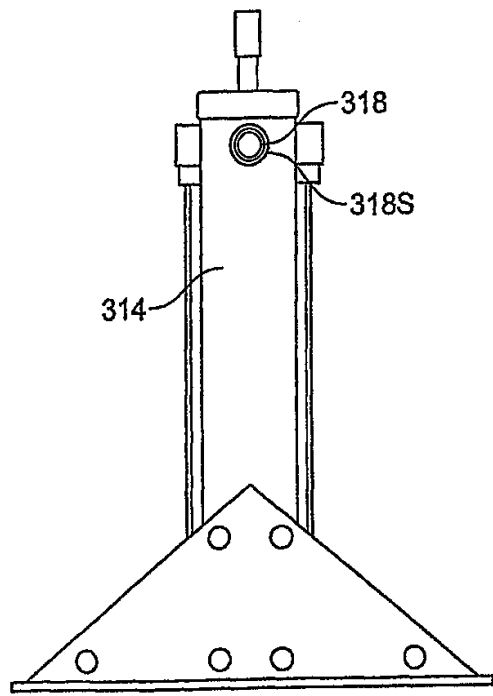


FIG. 5

26

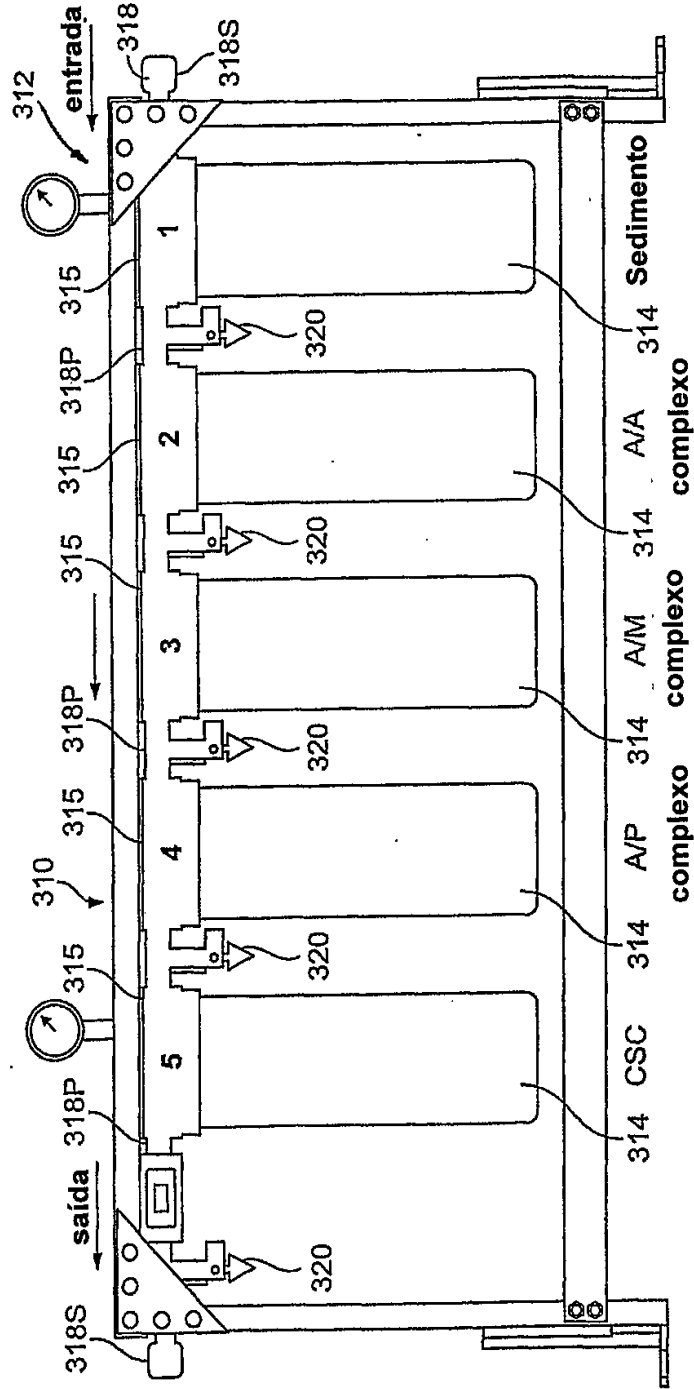


FIG. 4



RESUMO

“PROCESSO PARA REMOVER ÍONS FLUORETO DE UMA SOLUÇÃO
AQUOSA CONTAMINADA E DE UM SUPRIMENTO DE ÁGUA
CONTAMINADA COM ÍONS FLUORETO E APARELHO PARA
5 REMOVER FLUORETO DE UMA SOLUÇÃO AQUOSA
CONTAMINADA COM ÍONS FLUORETO”

São descritos um processo para remover íons fluoreto de uma
solução aquosa contaminada com íons fluoreto e um aparelho usado para
realizar o processo, ambos os quais utilizam partículas de alumina
10 modificada. As partículas de alumina modificada contêm alumina
complexada com ferro ou manganês, ou ambos.