



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 102017013807-0 A2



(22) Data do Depósito: 26/06/2017

(43) Data da Publicação Nacional: 15/01/2019

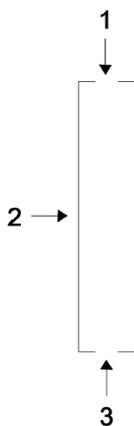
(54) Título: EQUIPAMENTO - FILTRO A BASE DE ESPUMA DE QUITOSANA E/OU NANOQUITOSANA

(51) Int. Cl.: B01D 39/20; C08L 5/08; C08J 9/04.

(71) Depositante(es): UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANA.

(72) Inventor(es): GRACIELA INES BOLZON DE MUNIZ; LUCIANA DE SOUZA NEVES ELLENDERSEN; HELTON JOSÉ ALVES; IZABEL VOLKWEIS ZADINELO; LILIAN DENA DOS SANTOS; MARIA CRITINA MILINSK; MICHAEL FEROLDI.

(57) Resumo: Trata-se de um equipamento capaz de filtrar e adsorver partículas e substâncias orgânicas, inorgânicas e biológicas de meios diversos, como meios aquosos e gasosos. A invenção compreende o processo de adsorção dos elementos poluentes ou de interesse do meio filtrado. O equipamento é composto por: 1 ? uma abertura de entrada; 2 - uma camada protetora; 3 ? material inerte (opcional); 4 ? coluna de espuma de quitosana e/ou nanoquitosana; 5 ? material inerte (opcional); 6 ? camada protetora; e 7 ? abertura de saída. O material filtrante é biodegradável e pode ser reutilizável após tratamento térmico. Quando finda sua vida útil como material filtrante, a espuma de quitosana e/ou nanoquitosana pode ainda ser utilizada como adubo em plantações, mais especificamente como fonte de nitrogênio, carbono, fósforo, enxofre, potássio e cálcio, dependendo da composição do meio em que esteve em contato. Quando utilizada para adsorção de metais, estes podem ser recuperados submetendo a espuma a tratamentos térmicos, químicos ou físicos.



EQUIPAMENTO - FILTRO A BASE DE ESPUMA DE QUITOSANA E/OU NANOQUITOSANA

[001]. Refere-se a um equipamento composto por uma estrutura externa que pode ser dimensionada à diversos sistemas e tamanhos, também constituído por uma parte interna com espuma de quitosana e/ou nanoquitosana (produto referente ao processo de patente BR1020150292597). O equipamento pode ser utilizado para a filtração de meios diversos como água de tanques de cultivo de peixes, crustáceos e outros animais aquáticos, para o tratamento de águas lodosas, ou que apresentam qualquer tipo de partículas e substâncias orgânicas, inorgânicas e biológicas, limpeza e purificação de biodiesel, o equipamento pode utilizado em meios aquosos ou para a remoção de impurezas de gases, pela funcionalidade adsorvente do material empacotado no filtro. O material filtrante pode ser reutilizado e é biodegradável.

Campo da Invenção

[002]. O uso de um material adsorvente e biodegradável produzido de resíduo industrial em um equipamento que pode ser utilizado como filtro está relacionado ao campo técnico da funcionalidade e do desenvolvimento de equipamentos. A filtração de soluções, meios aquosos e gases é uma prática encontrada em diversas áreas com diversos objetivos que podemos observar nos seguintes artigos: filtros biológicos utilizados na aquicultura (HAMLIN et al. 2008, Aquacultural Engineering, v. 38, p. 79-92; RIJIN et al. 2006, Aquacultural Engineering, v. 34, p. 364-376); no tratamento de água de resíduos para retirada de óleo (HAN, 2000, Environmental Protection of Chemical Industry, v. 20, n. 5, p. 19-22); filtração por membranas (ALOTHMAN et al, 2015, Desalination and Water Treatment, v. 53, n. 13, p. 3457-3465); filtros de polarização (LIU, 2015, IEEE Photonics Journal, v. 7, n. 1), filtros

magnéticos (YUVAKKUMAR et al., 2015, Journal of Nanoscience and Nanotechnology, v. 15, n. 3, p. 2523-2530); filtros de adsorção (HUA et al., 2015, Water Research, v. 71, p. 32-41).

[003]. Constitui-se de um pedido de patente sobre o equipamento e sua funcionalidade, filtro a base de espuma de quitosana e/ou nanoquitosana, sendo a característica essencial deste equipamento a adsorção de partículas e substâncias de matéria orgânica, inorgânica ou biológica de meios aquosos e gasosos.

Fundamentos da Invenção e Estado da Técnica

[004]. O processo de adsorção vem ganhando espaço entre as pesquisas para o tratamento de águas contaminadas com mercúrio (JOHARI et al. 2016, International Biodeterioration & Biodegradation, v. 109, p. 45-52); amônia (WANG e PENG, 2010, Chemical Engineering Journal, v. 156, p. 11-24); corantes ácidos (CHEUNG, SZETO, MCKAY, 2009, Biorecourse Technology, v. 100, p. 1143-1148); corantes (TAN et al. 2015, Separation and Purification Technology, v. 150, p. 229-242; ZHOU et al. 2014, Journal of Food Engineering, v. 126, p. 133-141); arsênico (LARA e SAMADDER, 2016, Journal of Environmental Management, v. 166, p. 387-406), óleos (YU et al. 2015, Journal of Magnetism and Magnetic Materials, v. 394, p. 14-21; XIAOBING, CHUNJUAN, JIONGTIAN, 2010, Mining Science and Technology, v. 20, p. 778-781), petróleo (ESMAEILI e SAREMNIA, 2016, Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, v. 61, p. 276-286), metais pesados (ANNADURAI, JUANG e LEE, 2002, Water Science and Technology, v. 47, n. 1, p. 185-190; YANG et al. 2016, Applied Clay Science, v. 123, p. 134-140; ZHU et al. 2016, Applied Clay Science, v. 123, p. 239-258), entre outros.

[005]. Segundo Coelho et al. (2014, Journal of Agronomic Sciences, v. 3, p. 291-317), a adsorção é a transferência de moléculas presentes em um fluido, líquido ou gás que se acumulam espontaneamente sobre uma superfície sólida.

[006]. Barakat (2011, *Arabian Journal of Chemistry*, v. 4, p. 361-377) sugere que existem três etapas principais para a adsorção de partículas no adsorvente: 1 – o transporte da partícula da solução para a superfície do material adsorvente; 2 – adsorção à partícula superficial; e 3 – transporte com a partícula adsorvente. E, a escolha do adsorvente é realizada em função da aplicabilidade técnica e custo efetivo.

[007]. Os biopolímeros como agentes de adsorção são industrialmente atrativos por suas características de remover os metais de pequenas à altas concentrações, por sua ampla disposição, e por ser ambientalmente seguro. Normalmente estes biopolímeros são constituídos de diferentes grupos funcionais, como hidroxilas e aminas, que aumentam a eficiência de adsorção pelo metal (BARAKAT, 2011, *Arabian Journal of Chemistry*, v. 4, p. 361-377)).

[008]. Existem duas possibilidades de preparação dos adsorventes que contém polissacarídeos: por reação de reticulação, quando ocorre a reação entre a hidroxila ou o grupo amina com um agente ligante para formar redes de água-material insolúvel; e, imobilização de polissacarídeos em matrizes insolúveis gerando um material híbrido (Crini, 2005 in: BARAKAT, 2011, *Arabian Journal of Chemistry*, v. 4, p. 361-377).

[009]. A grande vantagem do uso de adsorventes deve ser o baixo custo, sendo em sua maioria derivados de resíduo agrícola ou industrial, de materiais naturais, ou biopolímeros modificados. Apresentam alta efetividade, diminuem a produção de lama química e/ou biológica, e com alguns adsorventes ainda é possível a sua reutilização e a recuperação do material adsorvido, se for um material de interesse (SIVAKAMI et al., 2013, *Internatitonal Journal of Biological Macromolecules*, v. 57, p. 204-212).

[010]. O uso de materiais nanométricos é considerável, pois adsorventes de dimensões nanométricas apresentam boa performance

devido à alta área específica de superfície e aumento da aderência de íons metálicos (SIVAKAMI et al., 2013, International Journal of Biological Macromolecules, v. 57, p. 204-212).

[011]. O material aplicado no filtro a base de espuma de quitosana, pode ser produzido tanto com a quitosana em tamanho de estrutura original como pode ser utilizada a quitosana em parte ou totalmente no tamanho nanométrico.

[012]. A maioria dos nanomateriais estão disponíveis como soluções aquosas ou em forma de pó, portanto, para que possam ser utilizados como adsorventes precisam ser fixados em suportes que permitam a sua aplicação e remoção durante e após o tratamento de águas contaminadas (LATA e SAMADDER, 2016, Journal of Environmental Management, v. 166, p. 387-406).

[013]. Após a aplicação e saturação dos adsorventes, é importante verificar os métodos de regeneração de sua funcionalidade, o que reduz o custo, o classifica como ecologicamente correto e permite sua reutilização e o aproveitamento do material coletado (LATA e SAMADDER, 2016, Journal of Environmental Management, v. 166, p. 387-406).

[014]. As pesquisas direcionadas com nanopartículas vêm mostrando que o efeito adsorvente, quando comparado à um material não nanométrico, apresenta um menor tempo de equilíbrio (REDDY e YUN, 2016, Coordination Chemistry Reviews, v. 315, p. 90-111).

[015]. O processo pelo qual a quitosana ou nanoquitosana utilizada no filtro deve passar é o da secagem pelo método de camada de espuma, processo protegido pelo pedido de patente nº BR1020150292597. Este processo permite proporcionar à quitosana/nanoquitosana um suporte para sua utilização no equipamento filtrador sem que haja perda de material adsorvente para o meio a ser filtrado.

[016]. Esta secagem consiste em aumentar a transferência de calor, diminuir a temperatura do processo e expandir a estrutura porosa do produto. Devido à estrutura porosa das espumas formadas, a transferência de massa é aprimorada reduzindo o tempo de secagem e conseqüentemente formando produtos com melhor qualidade (FRANCO et al., 2015, *Journal of Food Engineering*, v. 158, p. 48-57).

[017]. O método de secagem por camada de espuma foi desenvolvido com o objetivo de aumentar a taxa de secagem de alimentos líquidos e semilíquidos a partir de uma maior área de superfície exposta ao ar de secagem. Este método envolve a incorporação de um agente espumante em alimentos líquidos ou pastosos com subsequente batimento para formação de uma espuma estável (FALADE, K. O., ADEYANJU, K. I., UZO-PETERS, P. I. *European Food Research and Technology*, v.217, p.486–491, 2003).

[018]. Na maioria das vezes a espuma formada é disposta sobre bandejas em finas camadas e por corrente de ar a pressão atmosférica (FALADE et al., 2003, *European Food Research and Technology*, v.217, p.486–491).

[019]. A espuma é definida como uma dispersão coloidal na qual o gás é disperso em uma fase líquida contínua. Entre as bolhas de ar da espuma, que tem tamanho variando de 10 μm até vários milímetros e com densidade de 300 a 600 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$, encontram-se finos filmes líquidos denominados lamelas (SANGAMITHRA, A., SIVAKUMAR V., SWAMY, G. J.; KANNAN, K. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2014).

[020]. Durante a secagem por camada de espuma as bolhas da massa de espuma são expostas por sua grande área superficial para a evaporação da umidade. A formação de espuma torna a massa para secagem extremamente porosa e mais favorável para a secagem do interior da camada. Esta técnica pode ser usada para produtos sensíveis ao calor, viscosos, pegajosos e com alto teor de carboidratos.

A perda de umidade através dos poros da espuma faz com que a secagem em camada de espuma seja aproximadamente três vezes mais rápida do que a secagem de uma camada similar de líquido (SANGAMITHRA et al., 2014).

[021]. Neste processo a desidratação é rápida, à baixa temperatura, gerando um produto final com cor e sabor, no caso de alimentos, superiores àqueles obtidos por processos convencionais de secagem, devido ao mínimo dano causado pelo calor (RAJKUMAR, P., KAILAPPAN, R., VISWANATHAN, R., RAGHAVAN, G. S. V. *Journal of Food Engineering*, v. 79, p.1452-1459, 2007).

[022]. As vantagens de produtos secos pelo método de camada de espuma consistem em alta estabilidade contra deterioração microbiológica e às reações químicas e bioquímicas; redução de custos com manuseio, embalagem, armazenamento e transporte (RAJKUMAR et al., 2007).

[023]. Apesar das vantagens apresentadas pela metodologia de secagem em camada de espuma, existe a dificuldade de adequar o método à pouca estabilidade mecânica/térmica da espuma durante o ciclo de batimento e/ou aquecimento para obtenção do pó. Se a espuma não se mantém estável, por pelo menos uma hora após o batimento, ocorre o colapso da estrutura porosa, resultando em prejuízos ao processo de secagem e na deterioração da qualidade do produto final, que pode apresentar características inferiores de cor, sabor, odor, valor nutricional e propriedades de solubilidade (SANGAMITHRA et al., 2014).

[024]. As variáveis que afetam a formação, densidade e estabilidade da espuma são influenciadas pela natureza química do produto, pelo percentual de sólidos solúveis, tipo e concentração de agente espumante/estabilizante, interação entre os compostos da

solução e os agentes espumantes, bem como o tempo de batimento necessário para a incorporação de ar (SANGAMITHRA et al., 2014).

[025]. O alcance e manutenção da estabilidade da espuma durante o batimento ou na etapa de secagem é um desafio no processo de secagem por camada de espuma, por isso, na formulação de espumas, um dos principais objetivos tecnológicos é a seleção e utilização de um agente espumante/estabilizante, que apresente boa correlação estrutural com a matéria-prima/material de estudo, apropriado para melhorar a estabilidade, além de controlar as taxas de processo que promovem a instabilidade (SANGAMITHRA et al., 2014).

[026]. A quitosana é um derivado da desacetilação da quitina, o segundo polissacarídeo mais abundante na natureza depois da celulose. Presente no exoesqueleto de crustáceos descartados como resíduo da indústria pesqueira, resíduo estimado em $\frac{1}{4}$ da produção total (RINAUDO, M. Progress in Polymer Science, v. 31, n. 7, p. 603–632, 2006). O grau de desacetilação da quitosana encontra-se entre 50 a 100%, esta variação lhe confere diferentes propriedades, como grau de solubilidade, de interação catiônica entre outras, assim como promove características diferentes ao produto em que é utilizada como maior ou menor flexibilidade em filmes.

[027]. Entre as peculiaridades da quitosana, sua estrutura físico-química favorece a formação de géis e filmes, apresenta atividades antimicrobianas e fungistáticas e é solúvel em diluições ácidas (RINAUDO, 2006).

[028]. Como a quitosana é um resíduo industrial, um material natural renovável, biodegradável e com características de adsorventes, aplicamos a quitosana como parte estrutural do filtro, valorizando-a e diminuindo o resíduo industrial.

[029]. A transformação da quitosana em nanoquitosana amplia sua aplicação pela possível modificação de suas propriedades.

Nanopartículas são aquelas com tamanho entre 10 a 100 nanômetros (nm), suas características e efeitos são variáveis e diferentes em relação à sua unidade de tamanho original, devido à particularidade de seu tamanho, área de superfície e condição de ligação com demais partículas e elementos do meio. A nanoquitosana pode ser obtida por diferentes métodos, como geleificação iônica, atomização em spray dryer, entre outros (SIVAKAMI, M. S.; GOMATHI, T.; VENKATESAN, J.; JEONG, H-K; SUDHA, P. N.. International Journal of Biological Macromolecules, v. 57, p. 204-212, 2013).

[030]. Esta invenção fornece um novo tipo de filtro, devido a sua composição, de espuma de quitosana e/ou nanoquitosana que são estáveis ao fluxo de água, ou meio gasoso, altamente adsorvente à materiais e substâncias orgânicas, inorgânicas e biológicas, é reutilizável e biodegradável.

Descrição da abordagem do problema técnico

[031]. O total de água na superfície terrestre é de aproximadamente 71%, porém, grande parte dessa água encontra-se poluída pela ação humana proveniente da expansão populacional, urbanização, expansão tecnológica e industrial (SIVAKAMI et al., 2013, Internatitonal Jpurnal of Biological Macromolecules, v. 57, p. 204-212).

[032]. O impacto dos poluentes no ambiente, na saúde pública e na economia vem sendo uma constante preocupação nas últimas décadas. O tipo de poluente e a concentração são dependentes da atividade industrial (HERRERA et al., 2011).

[033]. Normalmente, as técnicas que utilizam adsorventes para a limpeza da água, são caracterizadas por alta eficiência, são acessíveis, e de conceito e aplicação ecológica (REDDY e YUN, 2016, Coordination Chemistry Reviews, v. 315, p. 90-111).

[034]. Já o material adsorvente deve apresentar alta eficiência, rápida adsorção, baixo custo, não ser tóxico ao ambiente, apresentar

estabilidade, de preferência ser reutilizável e de fácil separação do material a ser adsorvido, pois a recuperação do material adsorvido é uma etapa importante, assim como o destino a ser dado a este material para que não seja mais um produto poluente (REDDY e YUN, 2016, *Coordination Chemistry Reviews*, v. 315, p. 90-111).

[035]. A recuperação do material adsorvente para sua reutilização, segundo Reddy e Yun, (2016, *Coordination Chemistry Reviews*, v. 315, p. 90-111) pode ser feita por meios ácidos, básicos, solventes orgânicos, agentes quelantes ou ainda por regeneração térmica.

[036]. A grande maioria dos adsorventes apresenta a inconveniência do alto custo, pouca estabilidade do material no meio, dificuldade de remover o material do meio que está sendo descontaminado e dificuldade da separação do material contaminante do adsorvente.

[037]. Sendo assim, o filtro a base de espuma de quitosana é um equipamento viável para a remoção de partículas e materiais orgânicos, inorgânicos e biológicos de águas, soluções, meios aquosos e gasosos.

[038]. Durante o estudo sobre a funcionalidade e composição do filtro, a interação quitosana/agente espumante, concentração em função da proporção do material, espessura da espuma antes da secagem, a da disposição do material no equipamento, foi notada a complexidade de aliar a funcionalidade adsorvente a estabilidade do produto em meio aquoso.

[039]. Quanto a composição do filtro, a proporção da quitosana/nanoquitosana e o agente espumante, a concentração e o tipo de agente espumante são fatores importantes antes da secagem da espuma, pois esta precisa de estabilidade suficiente para que não ocorra o colapso das bolhas da estrutura (sinérese), liberando o líquido

da emulsão que se deposita no fundo do suporte onde está a espuma e dificulta a secagem do material. Dependendo da temperatura utilizada e do tipo de material, este se carameliza formando uma camada que impede que o aquecimento penetre em partes da espuma próxima e assim aumentando o tempo de secagem, impedindo a formação da espuma de quitosana.

[040]. Após a secagem, a proporção de quitosana/agente espumante também é importante, pois a quitosana é a maior responsável pela adsorção dos materiais de interesse, manter uma concentração de quitosana mínima, que seja funcional para que permita que o uso do filtro seja eficiente.

[041]. A escolha do tipo de agente espumante é fundamental, pois este tem a função de manter a estabilidade da espuma dentro do filtro, reter a quitosana e impedir que a espuma se desintegre no fluxo da solução a ser filtrada. Dependendo do tipo de agente espumante, a interação deste com a quitosana na espuma, permite um poder maior de adsorção do filtro.

[042]. A espessura da espuma para secagem é um ponto crítico para a formação da espuma, pois se muito fina, impede a formação de uma dupla camada formada pelo processo, uma camada de quitosana e outra do agente espumante, esta estrutura permite a disposição dos grupos adsorventes de ambos os materiais para a efetiva funcionalidade do filtro. Se a camada de espuma para secagem for muito espessa, ocorre a sinérese, fenômeno já explicado.

[043]. A disposição e tamanho do material, espuma de quitosana, no interior do filtro está relacionada à eficiência do equipamento. As placas de espuma quando dispostas em pedaços pequenos para o empacotamento do filtro, apresentam aumento da área de superfície de contato da solução a ser filtrada e o material adsorvente, aumentando a eficácia de retenção do material ou substância de

interesse, mas existem casos em que o tempo de retenção do material filtrado deve ser maior, assim, é possível utilizar a espuma em camadas dentro do filtro, ou quando se trata de um gás a ser filtrado, o tapete de espuma pode ser acondicionado em espiral, ou seja, o tamanho, formato e acondicionamento da espuma é variável de acordo com o material a ser filtrado.

[044]. Quando não ocorre a estabilidade da espuma no interior do filtro, ocorre, a desintegração da espuma, contaminando ainda mais o meio filtrado. No caso de um tanque de criação de peixes, a desintegração do filtro pode não evitar o aumento da concentração de amônia produzida levando à instabilidade do pH do meio e morte dos peixes.

[045]. O filtro a base de espuma de quitosana e/ou nanoquitosana poderá ser utilizado para a adsorção de variadas substâncias e compostos orgânicos, inorgânicos e biológicos, como para o tratamento de água, em tanque de criação de animais aquáticos para a redução de amônia, fósforo e nitrito, pode ser utilizado em água contaminada com metais, metais pesados, lama, particulados de argilas e argilominerais, óleos, petróleo, diesel ou biodiesel, fazer a adsorção de metais em soluções de pH variável, para filtrar soluções em geral, para a remoção de impurezas de gases, etc.

Descrição Detalhada da Invenção e desenhos

[046]. Os objetivos, melhorias funcionais e vantagens do filtro, objeto da presente invenção, serão aparentes aos técnicos no assunto a partir da descrição a seguir que faz referência às figuras anexas. As figuras são esquemáticas, e suas dimensões ou proporções podem não corresponder à realidade, uma vez que visam apenas a descrever a invenção de forma didática, sem impor quaisquer limitações além daquelas definidas nas reivindicações mais adiante.

[047]. O filtro é composto por um biopolímero, uma espuma de quitosana (Processo de patente: BR1020150292597) obtida a partir da solução de quitosana e/ou nanoquitosana adicionada de um agente espumante. Esta interação entre a quitosana e o agente espumante adequado é de extrema importância para o filtro, primeiramente, o agente espumante oferece à quitosana e/ou nanoquitosana uma camada de sustentação, isto permite que o arranjo das cadeias formadas de quitosana seja altamente poroso; esta interação forma um biopolímero com duas camadas de polaridades distintas, uma camada apolar (agente espumante) e outra polar (quitosana). Apesar de apolar, a camada possui poros que permitem a passagem da solução, porém a retém por um período maior, fazendo com que o tempo de contato entre agente adsorvente e o material a ser adsorvido seja o suficiente para a reação entre materiais e a adsorção desejada.

[048]. O filtro possui uma ampla capacidade de remoção de vários tipos de compostos orgânicos, inorgânicos (polares e apolares) e biológicos, sendo capaz de remover diversos tipos de contaminantes. Apresenta baixa densidade, mantém concentrados os contaminantes no interior dos seus poros em sua superfície interna e externa.

[049]. Após um certo tempo de uso, o material filtrador, a espuma de quitosana/nanoquitosana, torna-se saturado do material que está sendo adsorvido, em casos quando este material é volátil, é possível desmontar o filtro, retirar a espuma, arranjá-la sobre uma superfície e leva-la à estufa ou ao sol, o material pela ação do calor irá evaporar juntamente com a umidade contida na espuma e esta pode ser acondicionada novamente no filtro e este ser utilizado novamente. No caso da adsorção de metais, o material adsorvido pode ser recuperado através da calcinação da espuma em temperaturas adequadas que impeçam a fusão dos metais, assim, a espuma é decomposta e sobram apenas os metais.

[050]. Após a vida útil da espuma ter acabado como agente adsorvente, se esta foi utilizada para filtrar água proveniente de aquicultura, por exemplo, ou tratar outros efluentes contendo espécies adsorvidos que não sejam nocivas ao meio ambiente, esta espuma pode ser retirada do filtro e utilizada como adubo em plantações, mais especificamente como fonte de nitrogênio, carbono, fósforo, potássio e cálcio.

Breve Descrição dos Desenhos

[051]. O desenho do filtro pode ser visualizado na página de desenhos e a seguir é apresentada a descrição detalhada do filtro:

[052]. Figura 1: Apresenta (1) abertura de entrada; (2) o corpo do filtro; (3) abertura de saída.

[053]. Figura 2: Modelo de corte vertical do filtro, com diferentes possibilidades de empacotamento da espuma:

(1) Estrutura condutora da solução a ser filtrada: esta estrutura pode ser um tubo, uma cavidade de entrada, uma válvula, ou qualquer outra estrutura que recebe a solução ou gás a ser filtrado com as partículas a serem adsorvidas, tem a função de conduzir o líquido, gás ou outro tipo de material ao filtro propriamente dito;

(2 e 6) Proteção do material interno do filtro: materiais como telas, membranas, filtros laminares ou não, peneiras, entre outros que são posicionados na entrada e na saída do filtro, transversalmente ao fluxo do material que está sendo filtrado, e são responsáveis por impedir a saída do material acondicionado no interior do filtro;

(3 e 5) Material inerte com função de impedir a compactação: materiais inertes como pérolas de vidro são acondicionados entre proteções do material interno do filtro (2 e 6), entre a entrada e a

saída do filtro são preenchidas com este material com a função de evitar a compactação das espumas adsorventes nas extremidades do filtro, facilitando o fluxo do material que está sendo filtrado. Esta camada é opcional dependente do tipo de material a ser filtrado;

(4) Espuma de quitosana e/ou nanoquitosana: a espuma pode ser produzida tanto da quitosana em sua forma estrutural original, como a nanoquitosana, ou a mistura de ambas. Estas sofrem a metodologia de secagem em camada de espuma onde a solução de quitosana ou nanoquitosana é adicionada de um agente espumante e em seguida a espuma sofre um processo de secagem (Processo de patente n: BR1020150292597). Após a finalização do processo de secagem, a espuma é retirada das bandejas, e manipulada de acordo com a característica do material filtrado, os tapetes ou pedaços são acondicionados como miolo do filtro, tem a função de adsorção do material de interesse, material a ser removido do meio que está sendo filtrado. Na figura 2 são apresentadas algumas possibilidades de formato da espuma, como em pedaços pequenos, camadas, ou inteira.

(7) Estrutura condutora de saída da solução filtrada: esta estrutura pode ser um tubo, uma cavidade de entrada, uma válvula, ou qualquer outra estrutura que permite a saída do líquido filtrado, tem a função de conduzir a saída do líquido do filtro propriamente dito.

[054]. Figura 3: corte transversal do filtro apresentando: (1) a cavidade de entrada ou saída; (2) Camada da proteção do material interno do filtro; (3) corpo do filtro.

[055]. Figura 4: corte transversal do filtro apresentando: (1) material inerte; (2) corpo do filtro.

[056]. Figura 5: Corte transversal do filtro apresentando: (1) algumas possibilidades de empacotamento da espuma de quitosana em pedaços, em camadas ou em tapete enrolado em espiral; (2) corpo do filtro.

REIVINDICAÇÕES

1 – FILTRO A BASE DE ESPUMA DE QUITOSANA E/OU NANOQUITOSANA, caracterizado por uma parte externa que compreende: 1 – uma estrutura condutora da solução a ser filtrada para o filtro propriamente dito, com diâmetro menor que a estrutura do filtro, sendo dimensionada para se encaixar de forma justa no filtro; 2 – Filtro propriamente dito, dotado de paredes laterais, tem diâmetro maior que as estruturas de condução de entrada e saída dos líquidos; 3 – Estrutura condutora de saída da solução filtrada com diâmetro menor que a estrutura do filtro, sendo dimensionado para se encaixar de forma justa no filtro.

2 – FILTRO A BASE DE ESPUMA DE QUITOSANA E/OU NANOQUITOSANA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado como parte interna do filtro propriamente dito, dividida em 5 camadas: 1 e 5 – Duas proteções para impedir a saída da espuma de quitosana do filtro, uma na entrada do filtro e outra na saída, permeáveis à solução filtrante, que ficam em posição transversal ao fluxo do líquido passante, com diâmetro maior que a estrutura condutora de entrada e saída da solução filtrante e ajustadas a encaixar no filtro em posição transversal a entrada; 2 e 4 – Duas porções de material inerte acondicionados entre as proteções do material interno do filtro, entre a camada de proteção do material interno, entre a entrada e a saída do filtro; 3 – Centro.

3 – FILTRO A BASE DE ESPUMA DE QUITOSANA E/OU NANOQUITOSANA, caracterizado de acordo com a reivindicação 2, o centro consiste na espuma de quitosana e/ou nanoquitosana, com função adsorvente, realizando a função do filtro propriamente dito, acondicionada entre as camadas de material inerte.

4 – **FILTRO A BASE DE ESPUMA DE QUITOSANA E/OU NANOQUITOSANA**, caracterizado por seu elemento filtrante ser um material biodegradável.

5 – **FILTRO A BASE DE ESPUMA DE QUITOSANA E/OU NANOQUITOSANA**, caracterizado por ser um filtro reutilizável.

6 – **FILTRO A BASE DE ESPUMA DE QUITOSANA E/OU NANOQUITOSANA**, caracterizado como próprio para o uso em sistemas aquícolas para a filtração de nitrogênio, fósforo, nitrito e outras substâncias classificadas como orgânicas, inorgânicas ou biológicas.

7 – **FILTRO A BASE DE ESPUMA DE QUITOSANA E/OU NANOQUITOSANA**, caracterizado pela aplicação do centro do filtro, a espuma de quitosana e/ou nanoquitosana em solos como adubo e fonte de carbono, nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio após seu uso como agente adsorvente de filtros em sistemas aquícolas.

8 – **FILTRO A BASE DE ESPUMA DE QUITOSANA E/OU NANOQUITOSANA**, caracterizado pela aplicação somente do centro do filtro, a espuma de quitosana e/ou nanoquitosana como agente filtrante e/ou adsorvente.

9 – **FILTRO A BASE DE ESPUMA DE QUITOSANA E/OU NANOQUITOSANA**, caracterizado como próprio para o uso como equipamento filtrante e/ou adsorvente para metais diversos, principalmente metais pesados.

10 – **FILTRO A BASE DE ESPUMA DE QUITOSANA E/OU NANOQUITOSANA**, caracterizado como próprio para o uso como

equipamento filtrante ou adsorvente para o tratamento de águas lodosas, ou que apresentam qualquer tipo de partículas e substâncias orgânicas, inorgânicas e biológicas.

11 - FILTRO A BASE DE ESPUMA DE QUITOSANA E/OU NANOQUITOSANA, caracterizado para a filtração de água, soluções, alimentos, combustíveis, materiais orgânicos e inorgânicos, líquidos, sólidos ou gasosos (amônia, H₂S, etc.).

12 - FILTRO A BASE DE ESPUMA DE QUITOSANA E/OU NANOQUITOSANA, caracterizado por apresentar variadas formas de empacotamento da espuma de quitosana e/ou nanoquitosana, como em camadas ordenadas, desordenadas, espuma picada e prensada, entre outras que permitam a funcionalidade do filtro.

13 - FILTRO A BASE DE ESPUMA DE QUITOSANA E/OU NANOQUITOSANA, caracterizado por apresentar a espuma de quitosana em diferentes tamanhos e formatos, como quadrado, circular, retangular, em forma de rolo, entre outros que permitam a funcionalidade do filtro.

DESENHOS

Figura 1

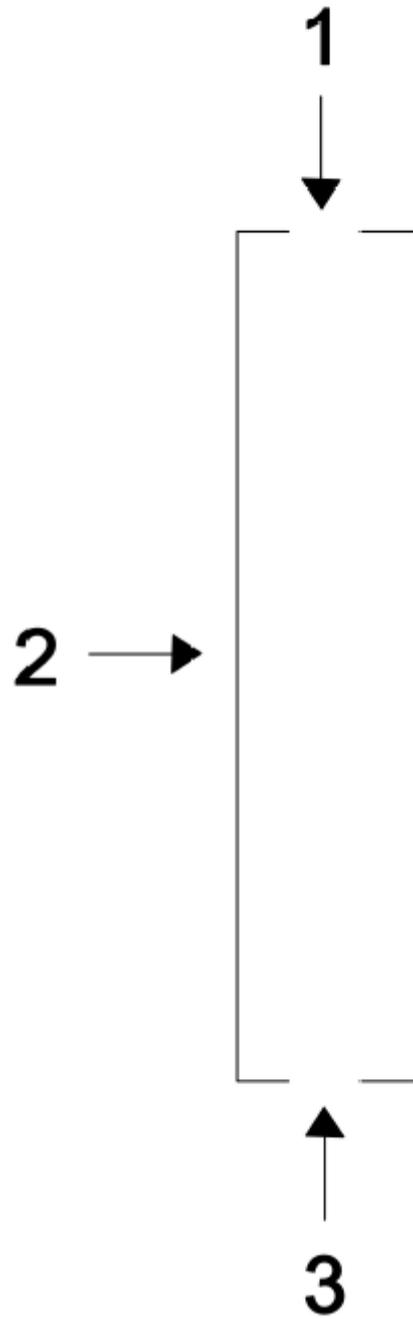


Figura 2

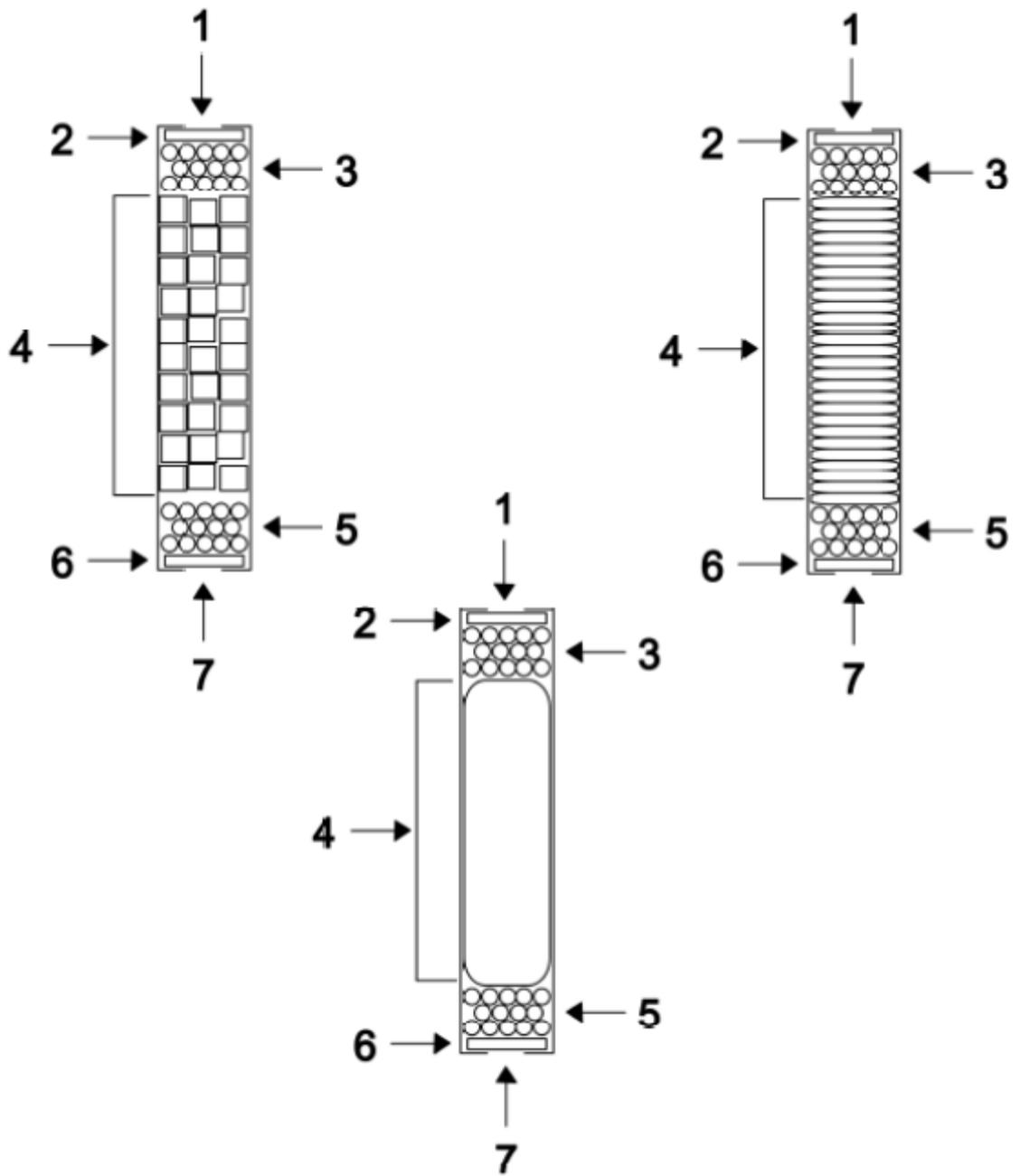


Figura 3

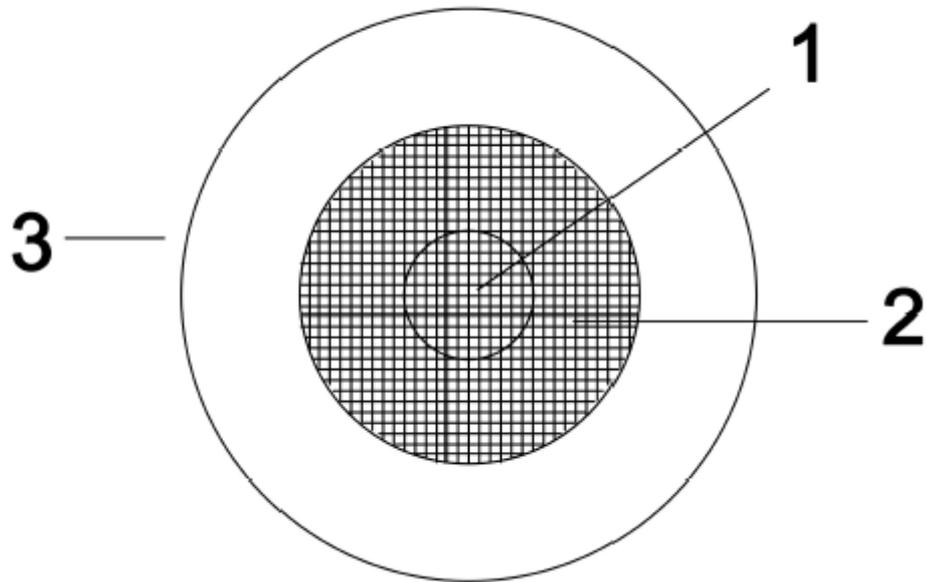


Figura 04

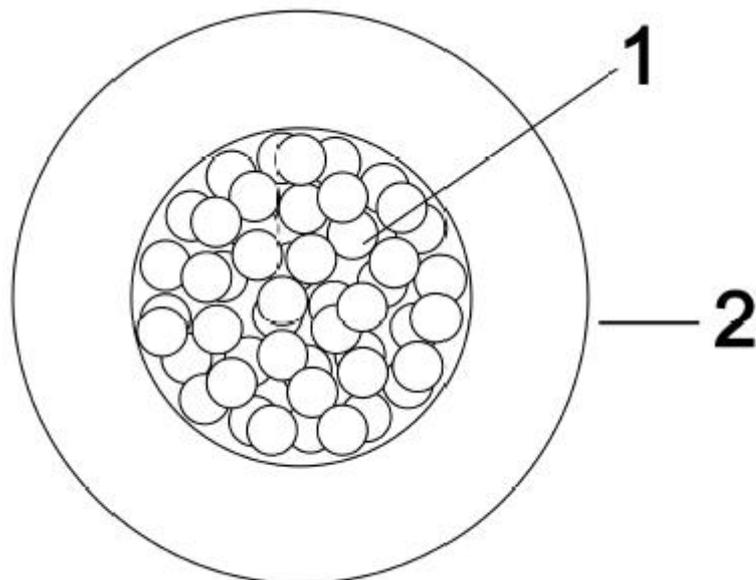
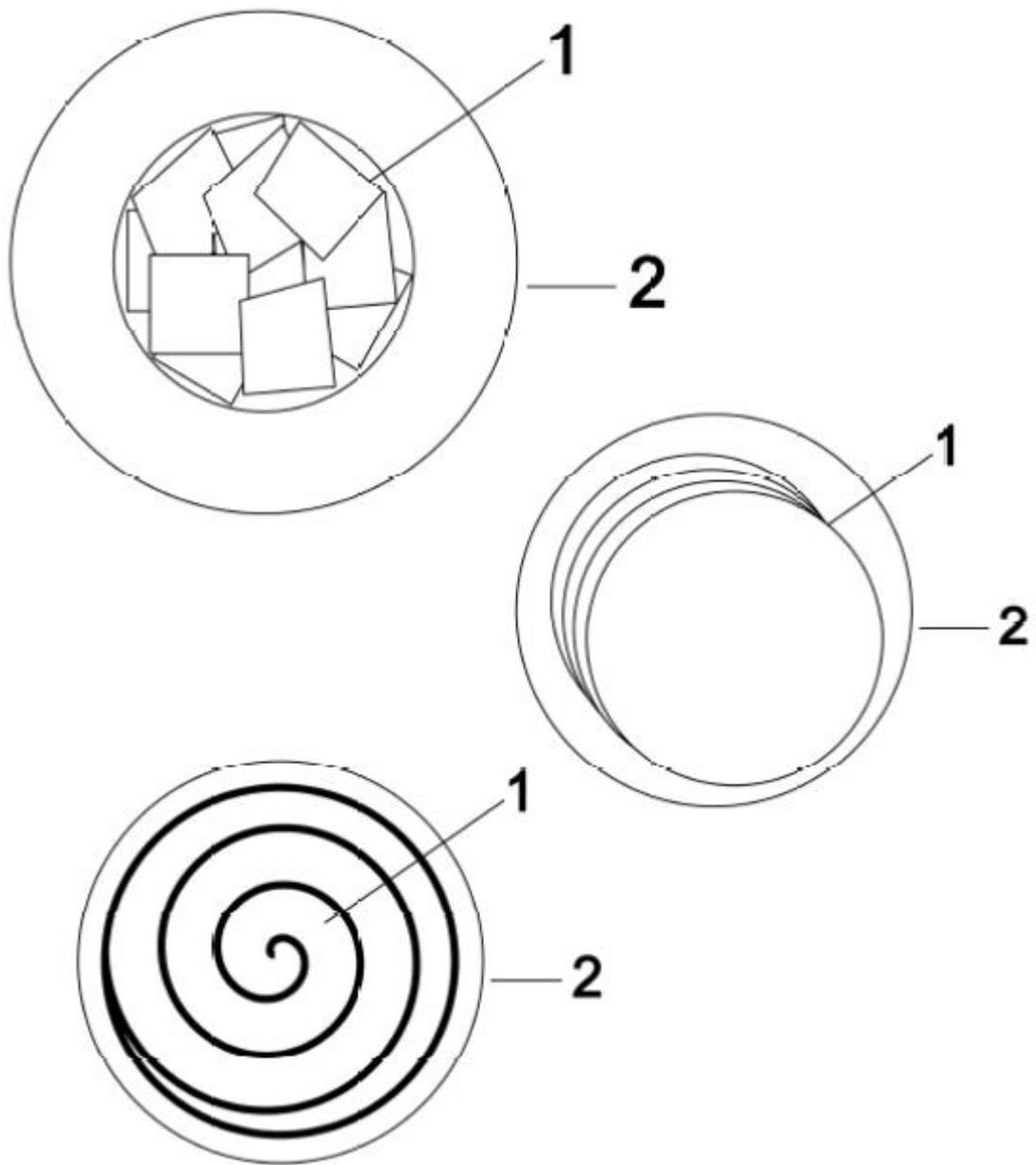


Figura 5



RESUMO**EQUIPAMENTO - FILTRO A BASE DE ESPUMA DE QUITOSANA E/OU
NANOQUITOSANA**

Trata-se de um equipamento capaz de filtrar e adsorver partículas e substâncias orgânicas, inorgânicas e biológicas de meios diversos, como meios aquosos e gasosos. A invenção compreende o processo de adsorção dos elementos poluentes ou de interesse do meio filtrado. O equipamento é composto por: 1 – uma abertura de entrada; 2 - uma camada protetora; 3 – material inerte (opcional); 4 – coluna de espuma de quitosana e/ou nanoquitosana; 5 – material inerte (opcional); 6 – camada protetora; e 7 – abertura de saída. O material filtrante é biodegradável e pode ser reutilizável após tratamento térmico. Quando finda sua vida útil como material filtrante, a espuma de quitosana e/ou nanoquitosana pode ainda ser utilizada como adubo em plantações, mais especificamente como fonte de nitrogênio, carbono, fósforo, enxofre, potássio e cálcio, dependendo da composição do meio em que esteve em contato. Quando utilizada para adsorção de metais, estes podem ser recuperados submetendo a espuma a tratamentos térmicos, químicos ou físicos.