



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

(21) **PI0620925-4 A2**



(22) Data de Depósito: 22/12/2006  
(43) Data da Publicação: 29/11/2011  
(RPI 2134)

(51) *Int.Cl.:*  
C02F 3/08  
C02F 3/20  
C02F 3/10  
B01J 19/30

(54) **Título:** BIO-REATOR E MÉTODO PARA A PURIFICAÇÃO BIOLÓGICA DA ÁGUA

(30) **Prioridade Unionista:** 04/01/2006 FI 20065006, 10/01/2006 FI 20065013

(73) **Titular(es):** Clewer Oy

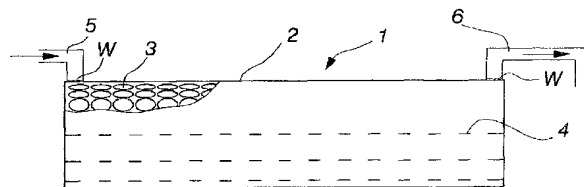
(72) **Inventor(es):** Gennadi Zaitsev

(74) **Procurador(es):** Orlando De Souza

(86) **Pedido Internacional:** PCT FI2006050587 de 22/12/2006

(87) **Publicação Internacional:** WO 2007/077298de 12/07/2007

(57) **Resumo:** BIO-REATOR E MÉTODO PARA A PURIFICAÇÃO BIOLÓGICA DA ÁGUA. A invenção refere-se a um bio-reator (1) para a purificação de águas, sendo que o dito reator compreende uma seção de tanque com seção transversal essencialmente circular ou elíptica (2) dotada de meios de entrada (5) para a água a ser purificada e meios de saída (6) para a água purificada. O tanque retém dentro dele material carreador (3) sobre o qual pode se desenvolver uma bio-película. O tanque é adicionalmente dotado de meios (4) para o suprimento de um fluido que contém um gás de reação necessário para o processo de purificação, tal que a água a ser purificada desenvolve bolhas de gás contendo um gás de reação. A seção de tanque é adaptada para estar essencialmente cheia de água durante o processo de purificação. O meio de suprimento de fluido (4) é disposto na parede do tanque e o reator compreende meios de controle para operar o meio de suprimento de fluido de tal maneira que um movimento de rotação do carreador, da água e de pelo menos algumas das bolhas com gás de reação, é efetuado em torno de uma linha de centro de rotação que passa essencialmente através do centro da seção transversal do tanque. O meio de controle é adaptado para efetuar, opcionalmente, uma desativação do meio de suprimento de fluido em momentos desejados e/ou uma substituição do fluido por um fluido livre de oxigênio, para proporcionar um processo anaeróbico. A invenção também se refere a um método para a purificação biológica de águas em um bio- reator.



**BIO-REATOR E MÉTODO PARA A PURIFICAÇÃO BIOLÓGICA DA ÁGUA**

A invenção refere-se a um bio-reator para a purificação de águas, sendo que o dito reator compreende uma seção de tanque com seção transversal essencialmente circular ou elíptica dotada de meios de entrada para a água a ser purificada e meios de saída para a água purificada, sendo que o dito tanque retém dentro dele material carreador no qual uma bio-película pode se desenvolver e sendo que o dito tanque é adicionalmente dotado de meios para o suprimento de ar necessário por um processo de purificação.

A invenção também se refere a um método para a purificação biológica de água em um bio-reator que compreende uma seção transversal de tanque essencialmente circular ou elíptica dotada de meios de entrada para a água a ser purificada e meios de saída para a água purificada, sendo que o dito tanque retém dentro dele material carreador no qual pode se desenvolver uma bio-película e sendo que o dito tanque é adicionalmente dotado de meios para o suprimento de ar necessário para um processo de purificação aeróbico.

A purificação biológica de água, como por exemplo, água servida, a água é passada através de um reator, onde são utilizados microorganismos para converter as impurezas presentes na água em produtos finais inofensivos como dióxido de carbono, minerais e água. Na purificação de água biológica, os microorganismos podem ter ligados a eles, isto é, à biomassa, também produtos não biodegradáveis, como metais pesados. A purificação pode ser realizada de modo aeróbico ou anaeróbico. São conhecidos diversos bio-

reatores para a purificação de água servida, como filtros de gotejamento, bio-rotadores (contactores biológicos rotativos), reatores de leito fluidizado, reatores de leito fixo, e reatores de leito movente. Um bio-reator conhecido  
5 anteriormente compreende transportar um material carreador até um processo, sendo que a superfície do dito material carreador é capaz de desenvolver microorganismos na forma de uma bio-película.

Um processo de bio-película típico (reator de leito  
10 fixo) é baseado no preenchimento do reator de purificação com um material carreador na forma de partículas de carga, sendo que as ditas partículas de carga são adaptadas para permanecerem estacionárias durante o processo. A oxigenação de uma bio-película presente sobre a superfície de  
15 partículas de carga é efetuada fornecendo-se ar ao reator através do fundo. Uma vantagem do processo é uma grande quantidade de biomassa por unidade de volume do reator, já que a bio-película tem uma grande área de crescimento. Um inconveniente deste tipo de, assim chamado, leito fixo, é  
20 que o bio-processo pode ser levado a uma paralisação pela biomassa (sedimento) ou outra matéria em partícula, e podem se desenvolver zonas inativas no processo nos locais com um baixo contato entre a água e os microorganismos ativos. Um outro problema é a limpeza difícil por causa de um difícil  
25 acesso abaixo de um reator e, caso o bio-reator fique entupido, todo o volume do reator tem que ser esvaziado para limpeza.

São conhecidos processos de bio-película, onde o material carreador é mantido em movimento durante o  
30 processo, veja, por exemplo, US 6.126.829, US 5.458.779 e

US 5.543.039. Uma vantagem em tal bio-reator do tipo leito movente é que o entupimento de um material carreador e o desenvolvimento de zonas inativas são substancialmente eliminados. A superfície de elementos carreadores é parcialmente protegida contra colisões com outros elementos carreadores. Um inconveniente aqui é, entretanto, uma capacidade consideravelmente limitada do processo devido ao fato de que um grau particularmente baixo de preenchimento é necessário, por exemplo, da ordem de 30 a 70% de um volume de reator vazio, para proporcionar aos elementos carreadores uma mobilidade irrestrita na água a ser purificada. Sendo assim, a capacidade de eliminar impurezas é menor do que a de um reator de leito fixo, que tem o mesmo volume e é preenchido com o mesmo material carreador, porque o reator de leito fixo tem uma capacidade de carregamento mais alta.

Aumentar o grau de preenchimento resultaria em maior consumo de oxigênio, o que iria requerer um compressor mais potente, onde a grande capacidade de operação pode perturbar ainda mais o bio-processo. Aumentar o grau de preenchimento levaria à formação de um leito fixo e colocaria o processo biológico em um estado estacionário conforme os carreadores ficassem entupidos pela biomassa. Além disso, se o grau de preenchimento em um reator do tipo de leito movente tiver que ser aumentado, necessitaria uma quantidade adversamente grande de ar e energia para manter os carreadores em movimento, o que, por sua vez, aumentaria de modo notável a tensão mecânica aplicada a uma bio-película e isso, por sua vez, levaria à descamação da bio-película da superfície do carreador, o que, por sua vez,

resultaria em uma paralisação do processo biológico. Um outro grande inconveniente é que o reator tem que ser dotado de uma tela de segurança para separar o meio de aeração dos elementos carreadores. A tela tem que ter uma  
5 malha com tamanho tal que não permita a passagem de elementos carreadores através das aberturas. Isso impede o uso de carreadores de pequeno tamanho, que proporcionam uma grande área por unidade de volume, por que uma redução de tamanho correspondente do tamanho de malha da tela  
10 debilitaria o suprimento de ar, provavelmente bloqueando as aberturas.

Um objetivo da presente invenção é proporcionar um bio-reator aprimorado capaz de eliminar os inconvenientes tanto de um processo de leito fixo quanto de um processo de  
15 leito movente, atingindo uma taxa de tratamento mais alta das impurezas por unidade de volume do que é atingida pelos reatores conhecidos anteriormente e, deste modo, reduzir os custos de purificação. De modo a atingir este objetivo, um bio-reator da invenção é caracterizado pelo fato de que a  
20 seção de tanque é essencialmente circular ou elíptica na seção transversal, os meios de saída de água são proporcionados na seção de tanque de tal maneira que a seção de tanque é essencialmente cheia de água durante o processo de purificação, o meio de suprimento de fluido é  
25 disposto na parede do tanque e o reator compreende um meio de controle para operar o meio de suprimento de fluido de tal maneira que um movimento de rotação do carreador, da água, e do fluido de condução de gás de reação, é efetuado em torno de uma linha central de rotação que passa  
30 essencialmente através do centro da seção transversal do

tanque, sendo que o meio de controle é adaptado para opcionalmente efetuar uma desativação do meio de suprimento de fluido em momentos desejados.

Uma idéia da invenção, de acordo com a qual a seção do  
5 tanque é mantida essencialmente preenchida com água durante o processo de purificação, permite que um gás de reação, por exemplo na forma de bolhas de gás, se desloque junto com a água e um carreador, deste modo dando às bolhas uma longa distância efetiva e tempo, permitindo um alto grau de  
10 preenchimento para o carreador, de preferência dentro da faixa de mais de 70% a cerca de 100%, em oposição ao tipo de solução do reator de leito movente conhecido anteriormente, que ensina que o grau de preenchimento de um material carreador fica dentro da faixa de 30 a 70%. O grau  
15 de preenchimento de um material carreador está na proporção direta ao desempenho de um processo biológico, isto é, quanto mais alto o grau de preenchimento de um material carreador em um reator  $m^2/m^3$ , maior seu desempenho de purificação. Em uma solução, de acordo com a presente  
20 invenção, a qualidade de um material carreador também pode ser distintamente menor do que 70%, por exemplo, menor do que 50%. O grau de preenchimento para um material carreador é determinado com base na capacidade de oxigenação e carregamento de um reator. Os carreadores podem consistir  
25 de peças de plástico com um tamanho e formato desejado para permitir o movimento de rotação sustentado. Ao usar um reator da invenção, descobriu-se em um processo aeróbico que as bolhas de ar permanecem no reator por um tempo consideravelmente maior do que nos reatores usados  
30 atualmente, já que as bolhas de ar estão girando há algum

tempo junto com o material carreador e água para uma oxigenação mais efetiva da bio-película. Simultaneamente, as bolhas de ar se quebram em bolhas menores, que é um outro fator que contribui para a transferência de oxigênio do ar para a água. Isso reduz a demanda de ar e, conseqüentemente, reduz os custos de operação em comparação aos tipos de processo de sedimento ativado, leito fixo e leito movente.

Por outro lado, um método da invenção é caracterizado pelo fato de que, em um bio-reator usado no método, a seção de tanque é essencialmente circular ou elíptica na seção transversal e o meio de suprimento de fluido é disposto na parede do tanque, o método compreende fornecer ao tanque água purificada, tal que o tanque esteja essencialmente cheio de água durante o processo de purificação, e o meio de fornecimento de fluido seja controlado de tal maneira que um movimento de rotação do carreador, a água, e do fluido de condução de gás de reação, seja efetuado continuamente ou intermitentemente em torno de uma linha de centro de rotação que passe essencialmente através do centro da seção transversal do tanque.

Uma solução da invenção permite uma grande área de crescimento para a bio-película e o reator não desenvolve zonas mortas com o carreador, a água e o fluido de condução de gás de reação que gira a uma velocidade angular aproximadamente consistente em torno de uma linha central de rotação em uma única seção. No entanto, diversas seções em um bio-reator podem se mover em direções diferentes.

Um tipo rotativo de bio-reator da invenção, em que os elementos carreadores estão girando em uma e na mesma

direção, se distingue claramente de um processo do tipo leito movente da técnica anterior, em que os elementos carreadores estão se movendo em ordem caótica na água, permitindo apenas o uso de um grau de preenchimento relativamente baixo. Caso o grau de preenchimento esteja 5 além de 70%, o tipo de processo de leito movente se transforma em um tipo de leito fixo conforme as partículas em movimento caótico colidem entre si a uma frequência mais alta e isso as faz parar, resultando no entupimento de um 10 bio-reator. É uma característica particularmente vantajosa que, de acordo com a invenção, a seção de tanque seja adaptada para estar cheia de água durante a operação, onde a energia necessária para girar um material carreador está em seu mínimo e ao mesmo tempo, as bolhas de gás giram, da 15 mesma maneira que o material carreador, junto com a água em torno de uma linha central de rotação, onde a distância efetiva e seu tempo se tornam múltiplos, em comparação, por exemplo, com uma solução de leito movente do tipo conhecido anteriormente, que envolve o uso de um nível de líquido e 20 em que as bolhas de ar só migram essencialmente a partir do ponto de entrada de ar, que está, tipicamente, no fundo de um tanque, até um espaço de ar presente na parte de topo do tanque. Neste relatório, o termo "essencialmente cheio de água" é usado em referência ao tanque contendo tanta água 25 que o suprimento de um fluido é capaz de ajustar o carreador, a água e o fluido de condução de gás de reação em um movimento de rotação em torno de uma linha de centro de rotação que passa essencialmente através do centro da seção transversal do tanque. Descobriu-se experimentalmente 30 que a quantidade de água deve ser maior do que pelo menos

cerca de 85%, de preferência, cerca de 100%, do diâmetro da seção transversal. No caso de a quantidade de água ser menor do que cerca de 85%, o processo se torna um tipo de processo de leito movente, em que o grau de preenchimento  
5 de um material carreador deve ser menor do que 70% para o processo funcionar, ao invés de virar um tipo de leito fixo. Uma outra razão pela qual o tipo de solução de leito movente usa um grau relativamente baixo de preenchimento e de os elementos carreadores serem conformados de uma  
10 maneira específica, é proteger a bio-película contra danos causados pelos elementos carreadores que colidem repetidamente entre si. A solução, de acordo com a presente invenção, utiliza, de preferência, uma solução de leito semi-fixa, em que o material carreador consiste de uma  
15 pluralidade de elementos carreadores tendo um grau de preenchimento na seção de tanque de cerca de 100% e, conseqüentemente, não se movendo com relação ao outro enquanto gira em torno de uma linha de centro central mas, ao invés disso, giram na forma de um leito carreador  
20 essencialmente integral. Assim, a composição de elementos carreadores não é tão crítica quanto em uma solução do tipo de leito movente, em que o movimento de elementos carreadores entre si tem que ser levado em consideração. Uma solução da invenção permite o uso de um jato de fluido  
25 mais delicado, que não descontrola as bactérias na superfície de um material carreador desde que, em virtude de um movimento de rotação ótimo, o método da invenção não requeira uma grande quantidade de fluido para movimento sustentado do carreador. O que é essencial, do ponto de  
30 vista da biologia, é que a bio-película não se seja lavada

mecanicamente da superfície do carreador pelas bolhas de gás. Como o suprimento de fluido está localizado na periferia externa e os carreadores não se movem um com relação ao outro, nenhuma tensão mecânica será infligida, principalmente por causa de um alto grau de preenchimento de mais de 70%. Por outro lado, o sedimento em excesso ou biomassa morta é forçada para fora do bio-reator pela lei da inércia. Se, em um movimento de rotação, uma biomassa começa a acumular, é lá que a densidade também começa a  
5  
10  
aumenta, sendo que a consequência disso é que os carreadores presentes no meio começam uma migração gradual na direção da periferia externa e a biomassa está na periferia externa, capaz de emergir do bio-reator em resposta à lei da inércia.

15 O grau de preenchimento de um material carreador é um termo usado em referência à quantidade de espaço requerida por um material carreador com relação a um volume da seção do tanque em sua condição vazia, não em referência ao volume de água deslocada. Ao usar uma pluralidade de  
20 elementos carreadores, o grau de preenchimento de 100% é indicativo do fato de que os elementos carreadores não podem mais ser providos no volume de uma seção de tanque.

Agora a invenção será descrita com mais detalhes com referência aos desenhos em anexo, em que:

25 A Figura 1 mostra um bio-reator de acordo com a invenção em uma vista lateral esquemática, e

A Figura 2 mostra o reator da Figura 1 em uma vista de extremidade.

30 A Figura 3 mostra um elemento carreador da invenção em uma vista esquemática.

Conforme é mostrado nas figuras, um bio-reator 1 da invenção compreende uma seção de tanque tubular 2 que, de preferência, tem seção transversal circular ou elíptica. A seção de tanque 2 é dotada de meios de entrada 5 para a água a ser purificada e meios de saída 6 para a água purificada, assim como de meios 4 para fornecer um fluido contendo um gás de reação necessário para o processo de purificação, de preferência, de tal maneira que a água a ser purificada desenvolva bolhas de gás que conduzam o gás de reação, como ar de suprimento, na forma de bolhas de ar, o que é necessário para um processo de purificação aeróbico, a partir do qual o ar dissolva na água para oxidar a mesma quanto à atividade bacteriana. O fluido também pode consistir de água pré-aerada com ar presente na forma de bolhas de ar e/ou em uma forma anteriormente dissolvida para proporcionar água rica em oxigênio. No caso ilustrado, apenas à guisa de exemplo, o meio de entrada 5 e o meio de saída 6 para a água, são dispostos nas extremidades longitudinalmente opostas de uma seção de tanque 2 na parte de topo da seção de tanque. A entrada e/ou saída pode estar localizada também em algum outro lugar na seção de tanque 2, em uma disposição tal que o suprimento de água não purificada e a descarga de água purificada possam ser realizadas de tal maneira que a seção de tanque 2 esteja essencialmente cheia de água durante o processo de purificação. Nas figuras, o nível de água é designado com o caractere de referência W. O suprimento de água a ser purificada prossegue, de preferência, em ação contínua, por exemplo, tendo um resultado de equilíbrio a montante do bio-reator para coletar água a ser purificada e

bombeá-la a partir dali em um modo de alimentação contínuo de um tubo 5 para o bio-reator. O suprimento de água a ser purificada pode prosseguir também em um processo do tipo de batelada, onde a seção de tanque é suprida com água a ser purificada até sua capacidade, é iniciado o movimento de rotação do jato de ar, bem como a oxigenação e, uma vez que o processo de purificação esteja acabado, o jato de ar é descontinuado e a seção de tanque é esvaziada da água purificada, seguida pelo reinício do processo.

10 Dentro da seção de tanque, é fornecido um material carreador 3, no qual os microorganismos podem se depositar como uma bio-película. O material carreador pode consistir, por exemplo, de um único elemento carreador ou de uma pluralidade de elementos carreadores firmemente unidos ou 15 de uma pluralidade de elementos carreadores discretos, onde, no último caso, os elementos carreadores podem ser idênticos ou diferentes entre si, por exemplo, em termos do tamanho, formato, densidade e/ou outras propriedades.

No caso exemplar da Figura 1, um tanque foi carregado 20 com uma pluralidade de elementos carreadores discretos 3, quase a 100% do grau de preenchimento, tal que as ditas partículas são capazes de fazer um giro em torno da linha de centro longitudinal do tanque em virtude da seção transversal circular ou elíptica do elemento de tanque, 25 como um leito carreador essencialmente integral em um determinado sentido de rotação. A superfície interna de uma seção de tanque 2 é essencialmente uniforme para a rotação sem obstáculos do carreador, sendo que o meio de suprimento de ar é disposto na superfície externa do elemento de 30 tanque 2. na modalidade ilustrada, o meio de suprimento de

ar 4 é disposto nas passagens de fornecimento 8, que são dispostas dentro de uma cobertura protetora 7 que circunda o tanque pelo menos parcialmente e que são conectadas por meio de um elemento de válvula (não mostrado) a uma fonte do ar de entrada. Cada passagem 8 inclui, de preferência, diversos meios de suprimento ou bocais 4 em sucessão no sentido do comprimento do tanque, mas também podem ser dotados de um único elemento de bocal integral que cobre o tanque essencialmente em todo seu comprimento. Cada elemento de bocal 4 pode ser dotado de um elemento de 5 aeração, por exemplo, uma membrana, que durante um fluxo normal de suprimento de ar, permite o fluxo de suprimento de ar para dentro do tanque ao mesmo tempo em que impede a admissão na passagem 8, de água a ser purificada presente no tanque. A membrana é útil na obtenção de um tamanho 10 menor de bolha de ar e, quanto menor o tamanho de uma bolha de ar, menor sua flutuação e, deste modo, menor a rotação da bolha de ar em torno de um bio-reator, sem esforço, co-direcionalmente com os carreadores. O elemento de aeração 20 também pode compreender um tubo dotado de aberturas ou orifícios de ar nas paredes de um bio-reator. Na frente dos bocais de ar pode ser disposta uma tela de segurança que impede que as bolhas de ar golpeiem o material carreador de uma maneira que danifique a bio-película. Em conexão ao 25 tubo de saída 6 está disposto, de preferência, um tubo de ventilação (não mostrado) para remover o ar em excesso do tanque. O topo da seção de tanque 2 pode ser dotado de pequeninos orifícios de ventilação (não mostrados), cuja função é evitar o desenvolvimento de possíveis bolsas de ar 30 na parte superior de um tanque, o que poderia diminuir a

velocidade de rotação da água no tanque, aumentando assim o consumo de energia. Tais orifícios de ventilação são conectados, de preferência, a um tubo de ventilação (não mostrado) disposto, por exemplo, em conexão ao tubo de saída 6. O tanque 2 é ajustado, de preferência, em uma posição horizontal e as passagens 8 são posicionadas em e/ou abaixo de um plano mediano longitudinal do tanque 2. No caso de um tanque que tenha seção transversal essencialmente circular, os elementos de bocal 4 podem ser colocados, por exemplo, em uma ou mais posições coincidentes com as posições 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 do relógio em uma face de relógio normal. Em associação ao reator, é adicionalmente proporcionado um controle lógico, onde a válvula de suprimento de diversas passagens pode ser opcionalmente desligada e, assim, por meio do fechamento, por exemplo, das passagens 8 com os elementos de bocal localizados nas posições do relógio de 6 a 9, o fluxo de ar prossegue através dos elementos de bocal presentes nas posições de relógio de 3 a 5, trazendo uma rotação do material carreador no tanque em torno da linha de centro longitudinal do tanque. Tal acionamento de rotação intermitente do material carreador pode ser, por exemplo, cerca de 1 minuto, a cada hora sim, hora não. Naturalmente, o ciclo pode ser drasticamente outro, tanto em termos de duração quanto de frequência de repetição. Além disso, o ciclo pode ser irregular. Uma outra maneira de implementar um bio-reator da invenção é por meio da adaptação do suprimento de ar aos elementos carreadores acionados por rotação durante o processo de purificação em ação contínua em torno de uma linha de centro longitudinal, eficaz na

remoção de sedimentos do reator. Neste caso, o tanque 2 só é dotado de um elemento de aeração, de preferência, por exemplo, em uma posição de 3 ou 9 horas, elemento de aeração este que pode ser, por exemplo, uma passagem de 5 suprimento de ar 8 dotada de seus elementos de bocal e que se estendem no sentido do comprimento do tanque 2, elementos de bocal estes que podem estar, por exemplo, na forma de orifícios de aeração feitos na parede do tanque 2 em coincidência com a passagem. Quando o fluido empregado 10 compreende um líquido contendo gás de reação, em que o gás de reação está em um estado já dissolvido e não contém essencialmente bolhas de gás a partir de que o gás de reação tem que dissolver primeiro em água, por exemplo, água contendo ar dissolvido, o suprimento de fluido pode 15 ser implementado basicamente a partir de qualquer lugar ao longo da periferia do tanque, por exemplo, a partir de uma posição na vizinhança das 12 horas do relógio.

Um dos benefícios oferecidos por uma solução da invenção é, por exemplo, evitar a desaceleração de um 20 processo micro-biológico infligida pela turbulência, que é o que acontece em um processo com elementos carreadores constantemente em direções aleatórias. Além disso, o grau de preenchimento pode ser tornado essencialmente mais alto do que em um tipo de processo de leito movente. Em 25 comparação com um processo de leito fixo, em que o carreador permanece essencialmente estacionário em todo o processo, uma solução da invenção é capaz de usar carreadores de tamanho menor, cuja área superficial por unidade cúbica de um bio-reator é maior, resultando em uma 30 maior capacidade de limpeza. Em um processo de leito fixo,

o tamanho dos elementos carreadores tem que ser relativamente grande para o seu entupimento infligindo pelo sedimento. Em virtude do movimento de rotação regular de um material carreador, de acordo com a invenção, efetuado em  
5 ação intermitente ou contínua, não existe acúmulo de sedimento em comparação a um processo de leito fixo.

Um outro modo de operação para um bio-reator da invenção é tal que o suprimento de ar é periodicamente descontinuado completamente para converter o processo de  
10 aeróbico para anaeróbico, para permitir o uso de um e do mesmo volume de bio-reator para desnitrificação, em que o nitrogênio, presente como um nitrato, é reduzido a gás nitrogênio ( $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{N}_2\text{O} \rightarrow \text{N}_2$ ).

Um bio-reator da invenção pode ser usado, por exemplo,  
15 como parte de um sistema de purificação para águas servidas negras e/ou cinzas de uma casa, tal que o bio-reator é precedido por uma seção séptica e uma seção anaeróbica, seguida pela condução da água a ser purificada para o bio-reator para o tratamento aeróbico. De preferência, o bio-reator é seguido ainda por um segundo bio-reator aeróbico,  
20 capaz de realizar a nitrificação ( $\text{NH}_3 \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$ ), após o que a água é entregue a um processo de desnitrificação. Finalmente, a água purificada é entregue a uma seção de precipitação de fósforo e a uma tanque de assentamento  
25 secundário. Naturalmente, um bio-reator da invenção ainda é útil em uma ampla faixa de aplicações, como trabalhos de esgoto, lavagens de carro, lavanderias, criações de peixes e na purificação, por exemplo, de água de limpeza de piscinas, águas infiltradas de aterro sanitário, águas de  
30 mina, águas com sabão industriais e de lavagens, e águas

servidas de depuradores de gás de tubos de caldeira ou similares, e pode haver uma série de bio-reatores em sucessão e/ou lado a lado.

Um bio-reator da invenção também pode ser implementado em tal modalidade em que a seção de tanque é dividida por duas ou mais seções, onde algumas das seções pode trabalhar aerobicamente, isto é, ter um suprimento de ar adaptado para definir um carreador, bolhas de ar e água em movimento de rotação durante o processo de purificação em ação contínua, e as outras seções podem funcionar de maneira anaeróbica. Em um processo aeróbico, o suprimento de um fluido que permita a rotação, é intermitente, ou, opcionalmente, o material carreador é ajustado em um movimento de rotação contínuo ou cíclico pela água de recirculação ou outro fluido, que não contém oxigênio dissolvido e/ou bolhas de gás que conduzam oxigênio na quantidade requerida por um processo aeróbico, por meio de aberturas presentes na parede do reator.

O movimento de rotação também pode ser produzido por um fluido outro que não o ar, por exemplo, por água, que é pré-aerada antes de sua entrega a uma seção de tanque contendo água a ser purificada e água esta que é entregue de tal maneira que o ar presente ali produz bolhas na seção de tanque contendo água a ser purificada. A água pré-aerada pode conter seu ar também em um estado essencialmente dissolvido, caso em que a água rica em oxigênio, contendo ar dissolvido, pode funcionar em um processo aeróbico mesmo sem uma formação substancial de bolhas. O processo de purificação também pode ser um processo que use outro gás que não o oxigênio, caso em que o fluido a ser fornecido

pode ser um gás ou mistura de gases, que não ar, ou também pode ser água ou outro líquido contendo o gás de reação.

Uma solução da invenção pode ser implementada não apenas por meio de uma seção de tanque alongada tubular mas também uma seção de tanque que seja essencialmente esférica, onde o material carreador esteja girando simetricamente em uma direção em torno de uma linha de centro de rotação que passa através do centro da esfera. Conforme descrito acima, o material carreador pode consistir, por exemplo, de um único elemento carreador ou de uma pluralidade de elementos carreadores firmemente unidos ou de uma pluralidade de elementos carreadores discretos, onde, ao usar uma pluralidade de elementos carreadores, estes últimos podem ser idênticos ou dissimilares entre si, por exemplo, em termos do tamanho, formato, densidade e/ou outras propriedades. Assim, no sentido da seção transversal vertical, o meio de suprimento de ar é posicionado entre as posições 3 a 9 do relógio, tal que o movimento de rotação assim criado prossegue, de preferência, em torno de uma linha de centro de rotação essencialmente horizontal. A seção de tanque é concebível também como uma estrutura tendo uma forma de um elipsóide ou elipsóide gerado pela rotação, por exemplo, como um disco ou disco como um tubo curto com uma seção transversal essencialmente circular e um comprimento que está na mesma faixa ou que é menor do que o diâmetro da seção transversal.

O material carreador útil em um bio-reator da invenção pode consistir de um trocador de íons ou conter um trocador de íons, por exemplo, um material cerâmico. O uso de um

trocador de íons melhora a desnitrificação, sendo que o nitrogênio é capturado pelo trocador de íons e comido por bactérias. De preferência, o material carreador compreende um compósito polímero-cerâmico, por exemplo, um compósito polímero-zeólito.

A quantidade de água em um tanque sendo cerca de 100%, por exemplo, dispondo-se os tubos de entrada e de saída de água tal que a superfície da água fica acima do tanque, os elementos carreadores mais pesados do que a água são impedidos de deixarem o corpo da água sem outras medidas, mesmo que os elementos carreadores tenham um tamanho extraordinariamente pequeno.

O elemento carreador, de preferência, tem formato esférico para atingir rotação ótima do material carreador em uma seção de tanque e um grau ótimo de preenchimento também é obtido. O elemento carreador esférico pode ser, por exemplo, conforme descrito na patente GB 2197308, em que a água a ser purificada pode fluir através de um elemento carreador, ou, por exemplo, um elemento de esfera sólida, tendo sua superfície dotada de depressões semi-esféricas em que pode se desenvolver uma bio-película seguramente, sem ser contatada por elementos carreadores adjacentes.

Um formato alternativo para um elemento carreador é um elemento tipo disco mostrado nas Figuras 3 e 4, que compreende uma seção média, que tem espessura reduzida com relação a uma seção de aro e que é formada de saliências piramidais que atingem uma multiplicação de uma área de crescimento de bio-película em comparação com uma partícula lisa e, ao mesmo tempo, protegem a bio-

película, já que ocorrem colisões com elementos carreadores adjacentes. A seção média pode ser dotada também de orifícios que vão de um lado a outro. O disco 30 pode ter um diâmetro, por exemplo, da ordem de cerca de 5 mm e sua  
5 espessura na seção de aro 31 pode ser, por exemplo, cerca de 1 mm, enquanto sua densidade é cerca de  $1,1 \text{ kg/m}^3$ . Estes valores são dados, obviamente, apenas como exemplos não limitantes e o formato, tamanho e densidade de elementos carreadores podem se desviar consideravelmente do que foi  
10 dito anteriormente. Este tipo de elemento carreador também é concebível para uso, por exemplo, em um tipo de bio-reator com leite movente.

**REIVINDICAÇÕES**

1. Bio-reator (1) para a purificação de águas, sendo que o dito reator compreende uma seção de tanque (2) dotada de meios de entrada (5) para a água a ser purificada e 5 meios de saída (6) para a água purificada, sendo que o dito tanque retém dentro dele um material carreador (3) sobre o qual pode se desenvolver uma bio-película e sendo que o dito tanque é adicionalmente dotado de meios (4) para o suprimento de um fluido que contém um gás de reação 10 necessário para o processo de purificação, caracterizado pelo fato de que a seção transversal do tanque é essencialmente circular ou elíptica, o meio de saída de água (6) é proporcionado na seção de tanque (2), de tal maneira que a seção de tanque (2) esteja essencialmente 15 cheia de água durante o processo de purificação, o meio de suprimento de fluido (4) seja disposto na parede do tanque e o reator compreende um meio de controle para operar o meio de suprimento de fluido de tal maneira que o movimento de rotação do carreador, a água, e o fluido de transporte 20 do gás de reação, é efetuado em torno de uma linha central de rotação que passa essencialmente através do centro da seção transversal do tanque.

2. Bio-reator, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o material carreador (3) 25 consiste de um ou mais elementos carreadores, e pelo fato de que o material carreador (3) tem um grau de preenchimento no tanque dentro da faixa de mais de 70% a cerca de 100%.

3. Bio-reator, de acordo com a reivindicação 1, 30 caracterizado pelo fato de que o material carreador

consiste de uma pluralidade de elementos carreadores tendo um grau de preenchimento na seção de tanque de cerca de 100%, girando assim na forma de um leito carreador essencialmente contínuo em torno da linha de centro de rotação quando do suprimento do dito fluido à seção de tanque.

4. Bio-reator, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1, 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que a seção de tanque tem sua superfície interna feita de maneira essencialmente uniforme, permitindo a rotação desimpedida do material carreador em torno da linha de centro longitudinal.

5. Bio-reator, de acordo com qualquer das reivindicações 1, 2, 3 ou 4, caracterizado pelo fato de que o processo de purificação é adaptado para prosseguir como um processo aeróbico e pelo fato de que o fluido de condução do gás de reação compreende ar, que é fornecido ao tanque contendo água a ser purificada de uma maneira a produzir bolhas, a partir das quais o ar dissolve na água.

6. Bio-reator, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que, em torno da seção de tanque (2), é proporcionada uma cobertura protetora (7) que encerra a seção de tanque pelo menos parcialmente e apresentando pelo menos uma passagem de suprimento de ar (8), que é conectada por meio de uma válvula a uma fonte de suprimento de ar e passagem esta (8) que é dotada de um meio de suprimento de ar (4).

7. Bio-reator, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o meio de suprimento de ar (4) presente na passagem (8) compreende uma pluralidade de

elementos de bocal dispostos em sucessão na direção longitudinal da passagem.

8. Bio-reator, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que cada elemento de bocal é dotado de uma membrana, o que permite um fluxo de suprimento de ar para dentro do tanque, essencialmente bloqueando a admissão de água não purificada no tanque à passagem (8).

9. Bio-reator, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o meio de suprimento de ar consiste de ventilações de aeração feitas da parede do tanque (2) em alinhamento com a dita pelo menos uma passagem (8).

10. Bio-reator, de acordo com qualquer das reivindicações 1, 2, 3 ou 4, caracterizado pelo fato de que o processo de purificação é adaptado prosseguir como um processo anaeróbico, tal que o meio de controle é adaptado para efetuar, opcionalmente, uma desativação do meio de suprimento de fluido em momentos desejados e/ou uma substituição do fluido por um essencialmente livre de gás de reação.

11. Bio-reator, de acordo com qualquer das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ou 9, caracterizado pelo fato de que o controle do meio de suprimento de fluido é implementado como um controle lógico.

12. Bio-reator, de acordo com qualquer das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 ou 11, caracterizado pelo fato de que a seção de tanque (2) é uma estrutura tubular alongada ou discóide disposta em uma posição essencialmente horizontal.

13. Bio-reator, de acordo com qualquer das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ou 10, caracterizado pelo fato de que a seção de tanque (2) tem uma estrutura que é essencialmente esférica ou elipsóide, gerada por rotação.

14. Método para a purificação biológica de águas em um bio-reator, compreendendo uma seção de tanque (2) que é dotada de meios de entrada (5) para a água a ser purificada e meios de saída (6) para a água purificada, o dito tanque contendo dentro dele material carreador (3) sobre o qual pode se desenvolver uma bio-película e sendo que o dito tanque é adicionalmente dotado de meios (4) para fornecer um fluido que contém um gás de reação requerido pelo processo de purificação, caracterizado pelo fato de que, em um bio-reator usado no método, a seção de tanque (2) tem seção transversal essencialmente circular ou elíptica e o meio de suprimento de fluido (4) é disposto na parede do tanque, sendo que o método compreende fornecer ao tanque a água a ser purificada tal que o tanque esteja essencialmente cheio de água durante o processo de purificação, e o meio de suprimento de fluido é controlado de tal maneira que um movimento de rotação do carreador, da água, e do fluido de transporte de gás de reação, é efetuado continuamente ou intermitentemente em torno de uma linha de centro de rotação que passa essencialmente através do centro da seção transversal do tanque.

15. Método, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que o método compreende o uso de um material carreador que consiste de um ou mais carreadores e pelo fato de que o material carreador (3) tem

um grau de preenchimento no tanque dentro da faixa de mais de 70% a cerca de 100%.

16. Método, de acordo com as reivindicações 14 ou 15, caracterizado pelo fato de que o processo de purificação é adaptado para prosseguir como um processo aeróbico e este ar é usado como fluido de transporte de gás de reação, o qual produz bolhas na água a ser purificada, pelo menos algumas das bolhas de ar em movimento de rotação, junto com o material carreador e a água, em torno de uma linha de centro de rotação.

17. Método, de acordo com as reivindicações 14 ou 15, caracterizado pelo fato de que o bio-processo é adaptado para prosseguir como um processo aeróbico e que a água pré-aerada é usada como fluido de transporte de gás de reação, no qual o ar é dissolvido e/ou está presente na forma de bolhas.

18. Método, de acordo com as reivindicações 14 ou 15, caracterizado pelo fato de que o bio-processo é adaptado para prosseguir opcionalmente como um processo anaeróbico por desativação do suprimento do fluido no momento desejado e/ou por substituição do fluido com um essencialmente livre de gás reacional.

19. Elemento carreador para um processo biológico, caracterizado pelo fato de que o elemento carreador é formado como um disco ou disquete, incluindo uma seção de aro (31) que tem espessura aumentada e uma seção média (32) de espessura reduzida, a seção média sendo formada de saliências piramidais ou cônicas (33) por aumento da área de crescimento da bio-película.

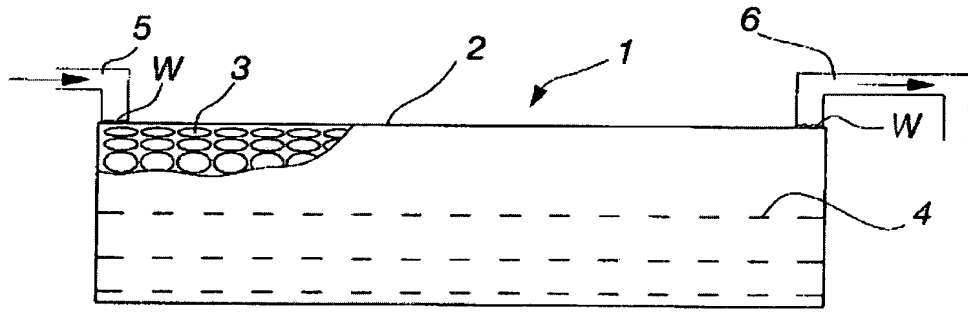


Fig. 1

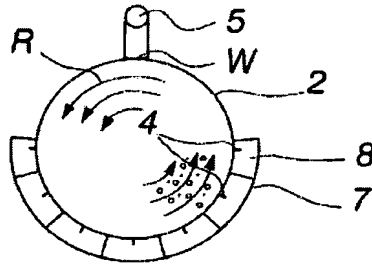
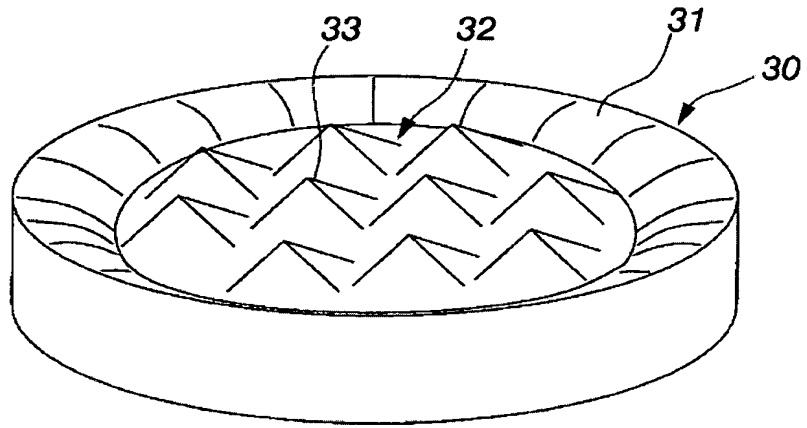
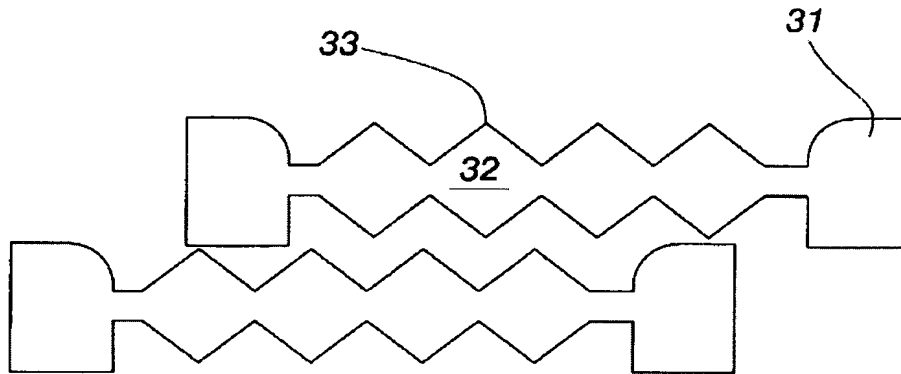


Fig. 2



*Fig. 3*



*Fig. 4*

**BIO-REATOR E MÉTODO PARA A PURIFICAÇÃO BIOLÓGICA DA ÁGUA**

A invenção refere-se a um bio-reator (1) para a purificação de águas, sendo que o dito reator compreende uma seção de tanque com seção transversal essencialmente circular ou elíptica (2) dotada de meios de entrada (5) para a água a ser purificada e meios de saída (6) para a água purificada. O tanque retém dentro dele material carreador (3) sobre o qual pode se desenvolver uma bio-película. O tanque é adicionalmente dotado de meios (4) para o suprimento de um fluido que contém um gás de reação necessário para o processo de purificação, tal que a água a ser purificada desenvolve bolhas de gás contendo um gás de reação. A seção de tanque é adaptada para estar essencialmente cheia de água durante o processo de purificação. O meio de suprimento de fluido (4) é disposto na parede do tanque e o reator compreende meios de controle para operar o meio de suprimento de fluido de tal maneira que um movimento de rotação do carreador, da água e de pelo menos algumas das bolhas com gás de reação, é efetuado em torno de uma linha de centro de rotação que passa essencialmente através do centro da seção transversal do tanque. O meio de controle é adaptado para efetuar, opcionalmente, uma desativação do meio de suprimento de fluido em momentos desejados e/ou uma substituição do fluido por um fluido livre de oxigênio, para proporcionar um processo anaeróbico. A invenção também se refere a um método para a purificação biológica de águas em um bio-reator.