



**Assinado
Digitalmente**

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº PI 0819582-0

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: PI 0819582-0

(22) Data do Depósito: 17/12/2008

(43) Data da Publicação do Pedido: 09/07/2009

(51) Classificação Internacional: C02F 1/36; C02F 1/32; C02F 1/72; A61L 2/025; A61L 2/10.

(30) Prioridade Unionista: US 11/963,139 de 21/12/2007.

(54) Título: "SISTEMA DE TRATAMENTO DE LÍQUIDO"

(73) Titular: KIMBERLY-CLARK WORLDWIDE, INC.. Endereço: NEENAH, WISCONSIN 54956 - US, ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA(US)

(72) Inventor: ROBERT ALLEN JANSSEN; JOHN G. AHLES; ROBERT A. COOL; THOMAS DAVID EHLERT; JOHN GAVIN MACDONALD; EARL C. JR. MCCRAW; PATRICK SEAN MACNICHOLS; PAUL W. RASMUSSEN; STEVE J. ROFFERS.

Prazo de Validade: 20 (vinte) anos contados a partir de 17/12/2008, observadas as condições legais

Expedida em: 04/12/2018

Assinado digitalmente por:
Liane Elizabeth Caldeira Lage
Diretora de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

"SISTEMA DE TRATAMENTO DE LÍQUIDO"

CAMPO

A presente descrição refere-se de modo geral a sistemas para tratar um líquido, e mais particularmente a sistemas para tratar um líquido usando energia ultrassônica e luz ultravioleta (UV).

HISTÓRICO

É comum que vários líquidos sejam tratados para remover as impurezas dos líquidos. Por exemplo, água residual é frequentemente tratada para ficar de acordo com as leis governamentais antes de ser liberada no ambiente ou em um sistema de água residual municipal; água potável é frequentemente tratada para torná-la adequada para consumo; água de piscina é frequentemente tratada para assegurar que esteja segura para nadar; e água de processamento é frequentemente tratada para minimizar dano aos componentes mecânicos, que podem ser causados pela formação de impurezas nos componentes. Os tipos de impurezas que podem estar presentes nestes vários líquidos incluem, sem limitações, sólidos suspensos, matéria orgânica, micro-organismos, matéria mineral dissolvida, e similares.

Há muitas tecnologias de tratamento conhecidas para tratar líquidos para remover ou eliminar impurezas dentro do líquido, por exemplo, oxidação com peróxido de hidrogênio e/ou ozônio, irradiação com luz ultravioleta. Outras tecnologias de tratamento conhecidas podem alterar a composição química das impurezas. Muitas destas tecnologias conhecidas são onerosas para comprar, operar e manter. Ademais, elas são frequentemente demoradas e relativamente ineficientes e/ou ineficazes em seu tratamento das impurezas dentro do líquido.

SUMÁRIO

Em um aspecto, um sistema de tratamento de líquido compreende geralmente um alojamento que define um espaço interior. O alojamento apresenta pelo menos um orifício de entrada para receber o líquido no espaço interior do alojamento, e pelo menos um orifício de saída para permitir que o líquido saia do

espaço interior do alojamento. O orifício de saída é separado do orifício de entrada de forma que o líquido flua pelo espaço interior do alojamento a partir do orifício de entrada para o orifício de saída. Uma unidade de guia de onda ultrassônica está
5 disposta dentro do espaço interior do alojamento e compreende um canhão ultrassônico disposto, pelo menos em parte, de modo intermediário ao orifício de entrada e o orifício de saída do alojamento. O canhão ultrassônico é operável a uma frequência ultrassônica para energizar ultrassonicamente o líquido que flui a
10 partir do orifício de entrada para o orifício de saída dentro do alojamento. Uma fonte de luz ultravioleta é provida para emitir luz ultravioleta no espaço interior do alojamento para tratar o líquido que flui a partir do orifício de entrada para o orifício de saída.

15 Em outro aspecto, um sistema de tratamento de líquido compreende de modo geral uma unidade de guia de onda ultrassônica que tem um canhão ultrassônico operável a uma frequência ultrassônica para energizar ultrassonicamente o líquido, e uma fonte de luz ultravioleta para emitir luz
20 ultravioleta sobre o líquido enquanto o líquido é energizado ultrassonicamente pelo canhão ultrassônico.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A Figura 1 é um esquema de uma modalidade de um sistema de tratamento de líquido para energizar ultrassonicamente
25 um líquido e emitir luz ultravioleta ao líquido energizado;

A Figura 2 é um corte transversal longitudinal (por exemplo, vertical) de um alojamento do sistema da Figura 1 e que ilustra um canhão ultrassônico e uma unidade defletora do mesmo; e

30 A Figura 3 é uma vista em perspectiva explodida do canhão ultrassônico e da unidade defletora da Figura 2.

Os caracteres de referência correspondentes indicam partes correspondentes ao longo dos desenhos.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

35 Com referência particular agora à Figura 1, em uma modalidade, um sistema de tratamento de líquido, indicado de

modo geral em 10, para tratar um líquido fluente é operável para energizar ultrassonicamente um líquido e emitir luz ultravioleta ao líquido energizado conforme o líquido flui pelo sistema. O termo "líquido", como usado neste relatório, pretende referir-se a um único componente líquido, uma solução compreendida de dois ou mais componentes, em que pelo menos um dos componentes é um líquido, tal como uma mistura de líquido-líquido, uma mistura de líquido-gás ou um líquido, no qual a matéria particulada é arrastada, ou outros fluidos viscosos. Em uma modalidade adequada, o líquido tratado pelo sistema de tratamento 10 pode ser uma água residual industrial que tem uma ou mais impurezas. Entretanto, entende-se que o sistema de tratamento de líquido 10 pode ser usado para tratar outros tipos de líquidos que incluem outros tipos de água, tais como, água potável, água de piscina e água de processamento. O sistema de tratamento de líquido 10 descrito neste relatório pode ser usado sozinho ou pode ser um componente de um processo de tratamento de líquido maior.

Em uma modalidade adequada, como ilustrado na Figura 1, o sistema de tratamento de líquido 10 compreende um alojamento de tratamento ultrassônico (ou câmara), indicado de modo geral em 12, definindo um espaço interior 14 para receber pelo menos uma porção de uma unidade de guia de onda, indicada de modo geral em 16. O alojamento 12 é geralmente alongado e tem uma extremidade de entrada 18 (uma extremidade inferior na orientação da modalidade ilustrada) e uma extremidade de saída 20 (uma extremidade superior na orientação da modalidade ilustrada). O alojamento 12 é configurado tal que água residual (de modo geral, um líquido a ser tratado) entra no espaço interior 14 do alojamento na extremidade de entrada 18 do mesmo, flui de modo geral longitudinalmente dentro do alojamento (por exemplo, para cima na orientação da modalidade ilustrada) e sai do alojamento de modo geral na extremidade de saída 20 do alojamento. Mais particularmente, o alojamento 12 tem um ou mais orifícios de entrada 22 (um de tal orifício de entrada sendo ilustrado na Figura 1) formados no mesmo pelo qual água residual a ser tratada dentro do alojamento é liberada ao espaço interior 14 do mesmo. Será entendido pelos técnicos na área que a extremidade de entrada

18 do alojamento 12 pode incluir mais de um orifício de entrada 22 e pode permanecer dentro do escopo desta invenção. Por exemplo, embora não mostrado, o alojamento 12 pode compreender dois orifícios de entrada, em que o primeiro orifício de entrada e o segundo orifício de entrada estão adequadamente em paralelo, separados entre si. O alojamento 12 também tem pelo menos um orifício de saída 24 na extremidade de saída 20 do mesmo para permitir que água residual saia do espaço interior 14 do alojamento. Desse modo, água residual flui no espaço interior 14 do alojamento 12 pelo orifício de entrada 22, flui pelo espaço interior, e sai pelo orifício de saída 24.

Na modalidade ilustrada, o alojamento 12 é geralmente cilíndrico, desse modo tendo um corte transversal de modo geral anular. Entretanto, considera-se que o corte transversal do alojamento 12 pode ser diferente de anular, tal como poligonal ou outra forma adequada, e permanece dentro do escopo desta descrição. Como descrito abaixo, pelo menos uma porção 26 do alojamento 12 é construída adequadamente de um material transparente. Na modalidade ilustrada, a porção 26 do alojamento 12 é construída de vidro de quartzo enquanto o restante do alojamento é construído de aço inoxidável. Entretanto, entende-se que o alojamento 12 pode ser construído de qualquer material adequado, contanto que o material seja compatível com a água residual sendo tratada no alojamento, a pressão à qual é pretendida que o alojamento seja submetido durante a operação, e outras condições de sistema tal como temperatura.

Ainda fazendo referência à Figura 1, a unidade de guia de onda 16 estende-se longitudinalmente pelo menos em parte dentro do espaço interior 14 do alojamento 12 para energizar ultrassonicamente a água residual (e qualquer outro componente da água residual, por exemplo, impurezas) que flui pelo espaço interior do alojamento. Em particular, a unidade de guia de onda 16 da modalidade ilustrada estende-se longitudinalmente a partir da extremidade de entrada 18 do alojamento 12 até o espaço interior 14 do mesmo para uma extremidade terminal 28 da unidade de guia de onda, que está disposta em posição intermediária entre o orifício de entrada 22 e o orifício de saída 24. Embora

ilustrada na Figura 1 como se estendendo longitudinalmente no espaço interior 14 do alojamento 12, entende-se que a unidade de guia de onda 16 pode estender-se lateralmente de uma parede lateral 30 do alojamento, traspassando horizontalmente o espaço interior do mesmo. Tipicamente, a unidade de guia de onda 16 está montada, diretamente ou indiretamente, ao alojamento 12 como será descrito posteriormente neste relatório.

A unidade de guia de onda 16 compreende adequadamente um canhão ultrassônico alongado 32 disposto dentro do espaço interior 14 do alojamento 12 intermediário ao orifício de entrada 22 e ao orifício de saída 24 para submersão completa dentro da água residual sendo tratada no alojamento, e mais adequadamente, na modalidade ilustrada, é coaxialmente alinhada com o alojamento. O canhão ultrassônico 32 tem uma superfície externa 34 juntamente com uma superfície interna 36 da parede lateral 30 do alojamento 12, que define uma trilha de fluxo 38 dentro do espaço interior 14 do alojamento, ao longo do qual água residual e outros componentes fluem além do canhão ultrassônico dentro do alojamento (esta porção da trilha de fluxo sendo amplamente referida neste relatório como a zona de tratamento ultrassônica).

O canhão ultrassônico 32 apresenta uma extremidade superior definindo a extremidade terminal 28 da unidade de guia de onda 16 e uma extremidade inferior 40 longitudinalmente oposta. É particularmente adequado que a unidade de guia de onda 16 também compreenda um fomentador (booster) 42 coaxialmente alinhado com e conectado a uma extremidade superior 44 do mesmo à extremidade inferior 40 do canhão ultrassônico 32. Entretanto, entende-se que a unidade de guia de onda 16 pode compreender apenas o canhão ultrassônico 32 e pode permanecer dentro do escopo desta descrição. Também considera-se que o fomentador 42 pode estar disposto completamente fora do alojamento 12, com o canhão ultrassônico 32 montado no alojamento sem afastar-se do escopo desta descrição.

A unidade de guia de onda 16, e mais particularmente o fomentador 42, está apropriadamente montado no alojamento 12 na extremidade de entrada 18 do mesmo por um membro

de montagem (não mostrado), que é configurado para isolar de modo vibracional a unidade de guia de onda (que vibra ultrassonicamente durante a operação da mesma) do alojamento. Isto é, o membro de montagem inibe a transferência de vibração mecânica longitudinal e transversal da unidade de guia de onda 16 para o alojamento 12 enquanto mantém a posição transversal desejada da unidade de guia de onda (e em particular o canhão ultrassônico 32) dentro do espaço interior 14 do alojamento e permitindo o deslocamento longitudinal e transversal do canhão ultrassônico 32 dentro do alojamento. O membro de montagem também pelo menos em parte (por exemplo, juntamente com o fomentador 42 e/ou extremidade inferior 40 do canhão ultrassônico 32) fecha a extremidade de entrada 18 do alojamento 12. Exemplos de configurações de membro de montagem adequadas são ilustrados e descritos na Patente U.S. No. 6.676.003, cuja descrição completa está incorporada neste relatório por referência, na medida em que esteja consistente com o mesmo.

Em uma modalidade adequada, o membro de montagem é de construção de peça única. Até mesmo mais adequadamente, o membro de montagem pode ser formado integralmente com o fomentador 42 (e mais amplamente com a unidade de guia de onda 16). Entretanto, entende-se que o membro de montagem pode ser construído separadamente da unidade de guia de onda 16 e permanecer dentro do escopo desta descrição. Também entende-se que um ou mais componentes do membro de montagem podem ser construídos separadamente e apropriadamente conectados ou de outra maneira montados em conjunto.

O membro de montagem também pode ser construído adicionalmente para ser de modo geral rígido (por exemplo, resistente ao deslocamento estático sob carga) de modo a reter a unidade de guia de onda 16 no alinhamento adequado dentro do espaço interior 14 do alojamento 12. Por exemplo, o membro de montagem rígido em uma modalidade pode ser construído de um material não elastomérico, mais adequadamente metal, e até mesmo mais adequadamente o mesmo metal do qual o fomentador (e mais amplamente a unidade de guia de onda 16) foi construído. Entretanto, o termo "rígido" não pretende significar que o membro

de montagem seja incapaz de dobradura e/ou flexão dinâmica em resposta à vibração ultrassônica da unidade de guia de onda 16. Em outras modalidades, o membro de montagem rígido pode ser construído de um material elastomérico que é suficientemente resistente ao deslocamento estático sob carga, porém é de outra maneira capaz de dobradura e/ou flexão dinâmica em resposta à vibração ultrassônica da unidade de guia de onda 16.

Um sistema de acionamento ultrassônico adequado inclui pelo menos um excitador 46 e uma fonte de alimentação 48 disposta fora do alojamento 12 e conectada operativamente ao fomentador 42 para energizar a unidade de guia de onda 16 para vibrar mecanicamente ultrassonicamente. Em uma modalidade, o sistema de acionamento é capaz de operar a unidade de guia de onda 16 em uma frequência na faixa de cerca de 15 kHz a cerca de 100 kHz, mais adequadamente na faixa de cerca de 15 kHz a cerca de 60 kHz, e até mesmo mais adequadamente na faixa de cerca de 20 kHz a cerca de 40 kHz. Tais sistemas de acionamento ultrassônico são bem conhecidos por aqueles versados na técnica e não necessitam ser descritos adicionalmente neste relatório. Exemplos de sistemas de acionamento ultrassônico adequados incluem um sistema Modelo 20A3000 disponibilizado por Dukane Ultrasonics de St. Charles, Illinois, e um sistema Modelo 2000CS disponibilizado por Herrmann Ultrasonics de Schaumburg, Illinois.

Com referência particular à Figura 1, o canhão ultrassônico 32 apresenta dois ou mais (isto é, uma pluralidade de) membros de agitação 50, 50' conectados ao canhão ultrassônico 32 e estendendo-se pelo menos na parte transversalmente para fora da superfície externa 34 do canhão ultrassônico separados longitudinalmente entre si. Cinco tais membros de agitação 50, 50' podem ser vistos na Figura 1. O canhão ultrassônico 32 é dimensionado adequadamente para ter um comprimento igual a cerca de metade do comprimento de onda em ressonância (de outra maneira geralmente chamada meio comprimento de onda) do canhão ultrassônico. Entretanto, entende-se que o canhão ultrassônico 32 pode ser dimensionado para ter qualquer incremento de meio comprimento de onda sem afastar-se do escopo desta descrição.

Na modalidade ilustrada, quatro dos cinco membros de agitação 50 compreendem uma série de quatro anéis em forma de anel que se estendem continuamente em torno da circunferência do canhão ultrassônico 32, separados longitudinalmente entre si e transversalmente (por exemplo, radialmente na modalidade ilustrada) para fora da superfície externa 34 do canhão ultrassônico. Desta maneira, o deslocamento vibracional de cada um dos membros de agitação 50 com relação ao canhão ultrassônico 32 é relativamente uniforme em torno da circunferência do canhão ultrassônico. Entretanto, entende-se que os membros de agitação 50 não necessitam, cada um, serem contínuos em torno da circunferência do canhão ultrassônico 32. Por exemplo, os membros de agitação 50 podem por outro lado, estar na forma de raios, lâminas, quilhas ou outros membros estruturais discretos que se estendem transversalmente para fora da superfície externa 34 do canhão ultrassônico 32.

Como ilustrado na Figura 1, o outro membro dos membros de agitação 50' (isto é, o membro de agitação central) apresenta uma forma em T. Especificamente, o membro de agitação 50' disposto em uma região nodal do canhão ultrassônico 32, como descrito mais completamente abaixo, apresenta uma forma em T. Foi constatado que os membros de agitação 50' tendo uma forma em T, geram uma onda acústica radial (por exemplo, horizontal) forte que aumenta adicionalmente o efeito de cavitação como descrito mais completamente neste relatório.

Entende-se que o número de membros de agitação 50, 50' (por exemplo, os quatro anéis e um membro com forma em t na modalidade ilustrada) pode ser menor do que ou maior do que cinco, sem afastar-se do escopo desta descrição. Também entende-se que, a separação longitudinal entre os membros de agitação 50, 50' pode ser diferente da ilustrada na Figura 1 e descrita acima (por exemplo, mais perto ou separado adicionalmente). Ademais, enquanto os membros de agitação 50, 50' ilustrados na Figura 1 são igualmente longitudinalmente separados um do outro, considera-se alternativamente que, onde mais de dois membros de agitação estão presentes, o espaçamento entre membros de agitação

longitudinalmente sucessivos não precisa ser uniforme para permanecer dentro do escopo desta descrição.

Os locais dos membros de agitação 50, 50' ao longo do comprimento do canhão ultrassônico 32 é pelo menos em parte, uma função do deslocamento vibratório planejado dos membros de agitação sob vibração do canhão ultrassônico. Por exemplo, na modalidade ilustrada da Figura 1, o canhão ultrassônico 32 apresenta uma região nodal localizada geralmente longitudinalmente centralmente do canhão ultrassônico. Como usado neste relatório, a "região nodal" do canhão ultrassônico 32 refere-se a uma região longitudinal ou segmento do canhão ultrassônico ao longo do qual, pouco (ou nenhum) deslocamento longitudinal ocorre durante a vibração ultrassônica do canhão ultrassônico e o deslocamento transversal (por exemplo, radial na modalidade ilustrada) do canhão ultrassônico é geralmente maximizado. O deslocamento transversal do canhão ultrassônico 32 compreende adequadamente expansão transversal do canhão ultrassônico, porém também pode incluir movimento transversal (por exemplo, dobradura) do canhão ultrassônico.

Na modalidade ilustrada da Figura 1, a configuração do canhão ultrassônico de meio comprimento de onda 32 é tal que a região nodal é particularmente definida por um plano nodal (isto é, um plano transversal ao canhão ultrassônico no qual nenhum deslocamento longitudinal ocorre enquanto o deslocamento transversal geralmente é maximizado) está presente. Este plano também é às vezes denominado como um "ponto nodal". Consequentemente, os membros de agitação 50 (por exemplo, na modalidade ilustrada, os anéis) que estão dispostos adicionalmente longitudinalmente da região nodal do canhão ultrassônico 32 experimentarão deslocamento principalmente longitudinal enquanto o membro de agitação 50' que está longitudinalmente mais próximo a ou na região nodal (por exemplo, o membro de agitação com forma em T) experimentará uma quantidade aumentada de deslocamento transversal e uma quantidade reduzida de deslocamento longitudinal relativo aos membros de agitação longitudinalmente distais. Entende-se que o canhão ultrassônico 32 pode ser configurado de modo que a região nodal seja diferente da centralmente localizada

longitudinalmente no membro de canhão ultrassônico sem afastar-se do escopo desta descrição. Também entende-se que um ou mais dos membros de agitação 50, 50' podem estar longitudinalmente localizados no canhão ultrassônico de modo a experimentar deslocamento tanto longitudinal como transversal com relação ao canhão ultrassônico 32 sob vibração ultrassônica do canhão ultrassônico.

Os membros de agitação 50, 50' são suficientemente construídos (por exemplo, em material e/ou dimensão tal como espessura e comprimento transversal, que é a distância em que o membro de agitação estende-se transversalmente para fora da superfície externa 34 do canhão ultrassônico 32) para facilitar o movimento dinâmico, e em particular flexão/dobradura dinâmica dos membros de agitação em relação à vibração ultrassônica do canhão ultrassônico. Em uma modalidade particularmente adequada, para uma determinada frequência ultrassônica na qual a unidade de guia de onda 16 deve ser operada no alojamento (de outra maneira referida neste relatório como a frequência predeterminada da unidade de guia de onda) e água residual particular a ser tratada dentro do alojamento 12, os membros de agitação 50, 50' e canhão ultrassônico 32 são adequadamente construídos e dispostos para operar os membros de agitação, o que é referido neste relatório como um modo de cavitação ultrassônico na frequência predeterminada.

Quando usado neste relatório, o modo de cavitação ultrassônico dos membros de agitação 50, 50' refere-se ao deslocamento vibracional dos membros de agitação suficientes para resultar na cavitação do líquido sendo tratado na frequência ultrassônica predeterminada. Por exemplo, onde o líquido que flui dentro do alojamento 12 compreende água, e a frequência ultrassônica na qual a unidade de guia de onda 16 deve ser operada (isto é, a frequência predeterminada) é cerca de 20 kHz, um ou mais dos membros de agitação 50, 50' são adequadamente construídos para prover um deslocamento vibracional de pelo menos 1,75 mils (isto é, 0,00175 polegadas, ou 0,044 mm) para estabelecer um modo de cavitação dos membros de agitação. Entende-se que a unidade de guia de onda 16 pode ser configurada diferentemente (por exemplo,

no material, tamanho, etc.) para obter um modo de cavitação desejado associado ao líquido específico sendo tratado. Por exemplo, quando é alterada a viscosidade do líquido sendo tratado, o modo de cavitação dos membros de agitação pode precisar ser alterado.

Cavitação ultrassônica refere-se à formação, crescimento e colapso implosivo de bolhas em líquido devido à energização ultrassônica das mesmas. Tal cavitação resulta de pontos fracos preexistentes no líquido, tal como fendas cheias de gás em matérias particuladas suspensas ou microbolhas transientes de eventos de cavitação anteriores. Quando o ultrassom passa através de um líquido, os ciclos de expansão exercem pressão negativa sobre o líquido, afastando as moléculas uma das outras. Onde a energia ultrassônica é suficientemente intensa, o ciclo de expansão cria cavidades no líquido quando a pressão negativa excede a resistência à tração local do líquido, que varia de acordo com o tipo e pureza de líquido.

Pequenas bolhas de gás formadas pelas cavidades iniciais aumentam sob absorção adicional da energia ultrassônica. Sob condições adequadas, estas bolhas sofrem um colapso violento, gerando pressões e temperaturas muito altas. Em alguns campos, tal como o que é conhecido como sonoquímica, reações químicas tomam vantagem destas temperaturas e pressões altas causadas pela cavitação. Ademais, o crescimento e colapso violento das próprias bolhas fornecem uma agitação desejavelmente rigorosa da água residual.

Em modalidades particularmente adequadas, o modo de cavitação dos membros de agitação 50, 50' corresponde a um modo ressonante dos membros de agitação por meio dos quais o deslocamento vibracional dos membros de agitação é ampliado com relação ao deslocamento do canhão ultrassônico 32. Entretanto, entende-se que a cavitação pode ocorrer sem os membros de agitação 50, 50' operando em seu modo ressonante, ou até mesmo em um deslocamento vibracional que é maior que o deslocamento do canhão ultrassônico 32, sem afastar-se do escopo desta descrição.

Em geral, o canhão ultrassônico 32 pode ser construído de um metal que apresente propriedades acústicas e

mecânicas adequadas. Exemplos de metais adequados para construção do canhão ultrassônico 32 incluem, sem limitação, alumínio, monel, titânio, aço inoxidável, e algumas ligas de aço. Também é contemplado que todo ou parte do canhão ultrassônico 32 pode ser
5 revestido com outro metal tal como prata, platina, ouro, paládio, dióxido de chumbo e cobre, para mencionar alguns. Em uma modalidade particularmente adequada, os membros de agitação 50, 50' são construídos do mesmo material que o canhão ultrassônico 32, e são formados mais adequadamente de modo integral ao canhão
10 ultrassônico. Em outras modalidades, um ou mais dos membros de agitação 50, 50' podem, de outro modo, serem formados separados do canhão ultrassônico 32 e conectados ao mesmo.

Enquanto os membros de agitação 50, 50' (por exemplo, os anéis) ilustrados na Figura 1 são relativamente
15 planos, isto é, relativamente retangulares em corte transversal, entende-se que os anéis podem ter um corte transversal que seja diferente de retangular sem afastar-se do escopo desta descrição. O termo "corte transversal" é usado neste exemplo para referir-se a um corte transversal feito ao longo de uma direção transversal
20 (por exemplo, radialmente na modalidade ilustrada) relativo à superfície externa 34 do canhão ultrassônico. Adicionalmente, embora os membros de agitação 50 (por exemplo, os anéis) ilustrados na Figura 1 serem construídos apenas para ter um componente transversal, considera-se que um ou mais dos membros de
25 agitação 50' podem ter pelo menos um componente longitudinal (por exemplo, axial) para tirar proveito do deslocamento vibracional transversal do canhão ultrassônico 32 (por exemplo, na e próximo à região nodal do canhão ultrassônico ilustrado na Figura 1) durante a vibração ultrassônica da unidade de guia de onda 16 (por
30 exemplo, o membro de agitação com forma em T).

O espaço interior 14 do alojamento apresenta uma zona de entrada de líquido 52, na qual o turbilhonamento inicial de água residual dentro do espaço interior 14 do alojamento 12
35 ocorre a montante dos membros de agitação 50, 50' do canhão ultrassônico 32. Esta zona de entrada 52 é particularmente útil onde o alojamento 12 é usado para misturar dois ou mais componentes em conjunto (por exemplo, a água residual, peróxido de

hidrogênio e/ou ozônio na modalidade ilustrada) por meio dos quais, a mistura inicial é facilitada pela ação de turbilhonamento na zona de entrada 52 quando os componentes a ser misturados entram no alojamento 12. Adicionalmente, ao tratar impurezas na
5 água residual, pode ser desejável adicionar um ou mais ingredientes (por exemplo, peróxido de hidrogênio, ozônio) que podem ser premisturados com a água residual sendo tratada antes da água residual entrar em contato com os membros de agitação 50, 50' do canhão ultrassônico 32. Em um uso adequado, por exemplo, os
10 ingredientes adicionais podem ser usados como um agente oxidante para permitir melhor remoção das impurezas da água residual como descrito em maiores detalhes abaixo.

Uma unidade defletora, geralmente indicada em 60, está adequadamente disposta dentro do espaço interior 14 do
15 alojamento 12, e em particular geralmente transversalmente adjacente à superfície interna 36 da parede lateral 30 do alojamento e em relação geralmente transversalmente oposta ao canhão ultrassônico 32. Em uma modalidade adequada, a unidade defletora 60 compreende um ou mais membros defletores 62 que se
20 estendem, pelo menos em parte, transversalmente dentro da superfície interna 36 da parede lateral 30 do alojamento 12 em direção ao canhão ultrassônico 32. Mais adequadamente, os um ou mais membros defletores 62 estendem-se transversalmente para dentro da superfície interna do alojamento 36 para uma posição
25 longitudinalmente intersticiada com os membros de agitação 50, 50' que se estendem para fora da superfície externa 34 do canhão ultrassônico 32. O termo "longitudinalmente intersticiada" é usado neste relatório para significar que uma linha longitudinal paralela ao eixo longitudinal do canhão ultrassônico 32 passa por
30 ambos os membros de agitação 50, 50' e os membros defletores 62. Como um exemplo, na modalidade ilustrada, a unidade defletora 60 compreende quatro membros defletores 62 de modo geral anulares (isto é, estendendo-se continuamente em torno do canhão ultrassônico 32) longitudinalmente intersticiados com os cinco
35 membros de agitação 50, 50'.

Será apreciado que os membros defletores 62 desse modo estendem-se na trilha de fluxo 38 de água residual que flui

dentro do espaço interior 14 do alojamento 12 além do canhão ultrassônico 32 (por exemplo, dentro de uma zona de tratamento ultrassônica). Como tal, os membros defletores 62 inibem a água residual de fluir ao longo da superfície interna 36 da parede lateral 30 do alojamento além do canhão ultrassônico 32, e mais adequadamente, os membros defletores facilitam o fluxo de água residual transversalmente para dentro do canhão ultrassônico para fluir sobre os membros de agitação 50, 50' do canhão ultrassônico, para desse modo facilitar a energização ultrassônica (isto é, agitação) da água residual.

Considera-se que os membros defletores 62 não precisam ser anulares ou de outra maneira se estendem continuamente em torno do canhão ultrassônico. Por exemplo, os membros defletores 62 podem estender-se descontinuamente em torno do canhão ultrassônico 32, tal como na forma de raios, protuberâncias, segmentos ou outras formações estruturais discretas que estendem-se transversalmente dentro da superfície interna adjacente 36 da parede lateral 30 do alojamento 12. O termo "continuamente" em referência aos membros defletores 62 que estendem-se continuamente em torno do canhão ultrassônico 32 não excluem membros defletores como sendo dois ou mais segmentos arqueados dispostos na relação adjacente de extremidade a extremidade, isto é, contanto que nenhum intervalo significativo seja formado entre tais segmentos. Configurações de membro defletor adequadas são descritas no Pedido U.S. de No. de Série 11/530.311 (depositado em 8 de Setembro de 2006), que está incorporado neste relatório por referência na medida em que esteja consistente com o mesmo.

Enquanto os membros defletores 62 ilustrados nas Figuras 1 a 3 são cada qual geralmente planos, por exemplo, tendo um corte transversal retangular geralmente fino, considera-se que um ou mais dos membros defletores podem cada qual ser geralmente diferentes de plano ou retangular em corte transversal para facilitar adicionalmente o fluxo de bolhas de gás dentro do espaço interior 14 do alojamento 12. O termo "corte transversal" é usado neste exemplo para referir-se a um corte transversal feito ao longo de uma direção transversal (por exemplo, radialmente na

modalidade ilustrada, relativo à superfície externa 34 do canhão ultrassônico).

Como ilustrado na Figura 1, o sistema de tratamento de líquido 10 compreende adicionalmente uma fonte de luz ultravioleta 66 para emitir luz ultravioleta para irradiar a água residual (isto é, o líquido) recebida no espaço interior 14 do alojamento 12 quando ele flui a partir do orifício de entrada 22 para o orifício de saída 24. Em uma modalidade adequada, a fonte de luz ultravioleta 66 é posicionada para emitir luz ultravioleta substancialmente por todo o espaço interior 14 do alojamento 12. Por exemplo, a fonte de luz ultravioleta 66 pode ter um comprimento L1 que é substancialmente igual ao comprimento L2 do alojamento 12 e é posicionado para emitir luz ultravioleta no espaço interior 14 ao longo do comprimento do alojamento. Em outra configuração e como ilustrado na Figura 1, um ou mais refletores 68 podem ser dispostos com relação ao espaço interior 14 do alojamento 12 para desviar luz ultravioleta emitida pela fonte de luz ultravioleta 66 por todo o comprimento do espaço interior do alojamento. Nesta configuração, o comprimento L1 da fonte de luz ultravioleta 66 pode ser substancialmente menor que o comprimento L2 do alojamento 12.

Como visto na Figura 1, a fonte de luz ultravioleta 66 é adequadamente disposta fora do alojamento 12 e é posicionada adjacente à porção transparente 26 do mesmo (isto é, a porção do alojamento construída de vidro de quartzo). A porção transparente 26 do alojamento 12 é então dimensionada e amoldada para permitir que substancialmente toda a luz ultravioleta emitida pela fonte de luz ultravioleta 66 se propague no espaço interior 14 do alojamento 12. Entende-se que a porção transparente 26 pode compreender apenas uma porção do alojamento 12 ou que pode compreender o alojamento inteiro e permanecer dentro do escopo desta descrição.

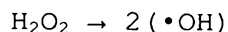
Como ilustrado na Figura 1, a fonte de luz ultravioleta 66 é posicionada para emitir luz ultravioleta no espaço interior 14 do alojamento 12 em direção a extremidade de saída 20 do mesmo e mais adiante a extremidade terminal 28 do canhão ultrassônico 32. A água residual que passa pelo espaço

interior 14 do alojamento 12 adjacente à fonte de luz ultravioleta 66 é primeiro altamente energizada (por exemplo, pelo menos agitada e mais adequadamente submetida à cavitação) pelo canhão ultrassônico 32. Enquanto a luz ultravioleta é desviada ou de
5 outra maneira irradiada por todo o espaço interior 14 do alojamento 12, a região mais intensa de luz ultravioleta é geralmente adjacente à extremidade de saída 20 do alojamento. Considera-se que um sistema de deflexão (não mostrado) pode ser disposto dentro do espaço interior 14 do alojamento 12 adjacente à
10 extremidade de saída 20 do mesmo, para prover uma trilha de fluxo tortuosa para a água residual, aumentando desse modo o tempo de permanência durante o qual a água residual é submetida à luz ultravioleta.

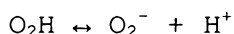
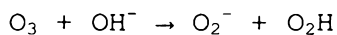
Em uma modalidade adequada, a fonte de luz
15 ultravioleta 66 é operável para emitir luz ultravioleta a um comprimento de onda na faixa de cerca de 172 nanômetros e cerca de 600 nanômetros. Mais adequadamente, por exemplo, a fonte de luz 66 é operável para emitir luz a um comprimento de onda na faixa de cerca de 172 nanômetros a cerca de 300 nanômetros, onde o líquido
20 a ser tratado é relativamente incolor ou quase incolor. Em outra modalidade adequada, a fonte de luz ultravioleta 66 é operável para emitir luz ultravioleta a um comprimento de onda na faixa de cerca de 300 nanômetros a cerca de 600 nanômetros para líquidos que têm cor (por exemplo, correntes de resíduos que têm tinta no
25 mesmo) e líquidos altamente viscosos ou semi-líquidos (por exemplo, lodo). A fonte de luz ultravioleta 66 é operativamente conectada a uma unidade de alimentação adequada 70 para fornecer energia elétrica suficiente à fonte de luz ultravioleta para gerar e emitir luz ultravioleta no espaço interior 14 do alojamento 12.

30 Na modalidade ilustrada, o sistema de tratamento de líquido 10 compreende mais particularmente uma fonte de agente oxidante para liberar um agente oxidante no espaço interior 14 do alojamento 12. Em uma modalidade adequada, por exemplo, peróxido de hidrogênio e ozônio são, cada um, liberados no espaço interior
35 14 do alojamento 12. O peróxido de hidrogênio é liberado usando uma bomba adequada 72, que tira peróxido de hidrogênio de um recipiente de fornecimento 74 e libera o peróxido de hidrogênio

através de um orifício de entrada de peróxido de hidrogênio 76 no espaço interior 14 do alojamento 12. Peróxido de hidrogênio (H_2O_2) decompõe-se em radicais de hidroxila ($\cdot\text{OH}$), como mostrado abaixo. O radical de hidroxila é um oxidante agressivo que reage com substâncias orgânicas.



Um gerador de ozônio 80 é provido no sistema de tratamento de líquido 10 para gerar ozônio para liberação no espaço interior 14 do alojamento 12 através de um orifício de entrada de ozônio 82. Ozônio (O_3) decompõe em água para formar um íon de radical de superóxido (O_2^-) que é um forte agente oxidante, e um radical de hidroperóxido (O_2H). O radical de hidroperóxido se decompõe adicionalmente para formar outro íon de radical de superóxido (O_2^-) e um íon de hidrogênio (H^+).



Considera-se que qualquer dentre peróxido de hidrogênio e o ozônio pode ser usado sozinho no sistema de tratamento de líquido 10 dentro do escopo desta descrição. Também considera-se que outros agentes de oxidação podem ser usados ou que, em algumas modalidades, os agentes de oxidação podem ser omitidos completamente.

A extremidade de entrada 18 do alojamento 12 está em comunicação fluída com um sistema de liberação adequado que é operável para direcionar a água residual em, e mais adequadamente através do espaço interior 14 do alojamento 12 a partir de uma fonte contínua 86. Em uma modalidade adequada, o sistema de liberação compreende uma ou mais bombas 88 (uma bomba sendo ilustrada na Figura 1) operáveis para bombear a água residual da fonte contínua 86 do mesmo para a extremidade de entrada 18 do alojamento 12 por meio de canais adequados (não mostrados). Entende-se que o sistema de liberação pode ser configurado para liberar água residual de mais de uma fonte 86, tal como ao misturar água residual, ao alojamento sem afastar-se do escopo desta descrição. Também considera-se que sistemas de liberação diferentes daqueles ilustrados na Figura 1 e descritos neste

relatório podem ser usados para liberar água residual à extremidade de entrada 18 do alojamento 12 sem afastar-se do escopo desta descrição.

Em uma modalidade adequada, o sistema de tratamento de líquido 10 é adequado para uso em um processo de fluxo contínuo, em que água residual flui continuamente pelo sistema. Por exemplo, em uma aplicação específica, como observado acima, água residual é tratada para matar, remover e/ou oxidar micro-organismos antes de serem dispostos. O sistema de tratamento de líquido 10 da presente descrição pode realizar isto através da emissão de luz ultravioleta à água residual enquanto a água residual é cavitada, que é causado pelo canhão ultrassônico 32. Como mencionado acima, o espargimento de gás de ozônio no alojamento e/ou a adição de peróxido de hidrogênio também podem ser usados. Considera-se, entretanto, que o sistema de tratamento de líquido 10 pode ser usado em um sistema de tratamento de líquido, no qual água residual é tratada de acordo com um processo de batelada em vez de um processo de fluxo contínuo e permanece dentro do escopo desta descrição.

Em operação de acordo com uma modalidade do sistema de tratamento de líquido 10 da presente descrição, o sistema de tratamento de líquido é usado para tratar micro-organismos em uma água residual. Especificamente, a água residual é liberada (por exemplo, pela bomba 88 descrita acima) por meio de canais para um ou mais orifícios de entrada 22 formados no alojamento 12. Ozônio e peróxido de hidrogênio são liberados no alojamento 12 para misturar com a água residual. Quando a água residual entra no espaço interior 14 do alojamento 12 por meio do orifício de entrada 22, a orientação do orifício de entrada pode induzir uma ação de turbilhonamento relativo, desse modo misturando o ozônio, peróxido de hidrogênio e água residual, para formar uma solução de água residual.

A solução de água residual flui para cima dentro do espaço interior 14 do alojamento 12 e além da unidade de guia de onda 16, e mais particularmente do canhão ultrassônico 32. O canhão ultrassônico 32 é acionado pelo sistema de acionamento para vibrar a uma frequência ultrassônica predeterminada. Em resposta à

excitação ultrassônica do canhão ultrassônico 32, os membros de agitação 50, 50' que se estendem para fora da superfície externa 34 do canhão ultrassônico flexionam-se/dobram-se dinamicamente em relação ao canhão ultrassônico, ou deslocam-se transversalmente (dependendo da posição longitudinal do membro de agitação relativo à região nodal do canhão ultrassônico).

A água residual flui longitudinalmente para cima ao longo da trilha de fluxo 38 entre a superfície externa 34 do canhão ultrassônico 32 e a superfície interna 36 da parede lateral do alojamento 30 de forma que a vibração ultrassônica e o movimento dinâmico dos membros de agitação 50, 50' agitem a água residual e mais adequadamente causa cavitação na água residual. Os membros defletores 62 da unidade defletora 60 rompem o fluxo longitudinal da água residual ao longo da superfície interna 36 da parede lateral 30 do alojamento e direciona repetidamente o fluxo transversalmente para dentro para fluir sobre os membros de agitação de vibração. Como mencionado acima, o canhão ultrassônico 32 causa a cavitação na solução de água residual, que promove as reações de oxidação desejadas. A sonoquímica causada pelo canhão ultrassônico 32 acelera e realça a decomposição do peróxido de hidrogênio e ozônio para formar os radicais acima descritos, que são usados para tratar impurezas na água residual. A solução de água residual enquanto é cavitada (isto é, energizada), flui além da fonte de luz ultravioleta 66. A fonte de luz ultravioleta 66 irradia a água residual para tratamento adicional.

O uso de luz ultravioleta neste sistema 10 aumenta a eficiência e a eficácia da degradação das impurezas na água residual. Em primeiro lugar, a luz ultravioleta cliva fotoquimicamente alguns dos agentes de ozônio e peróxido para produzir concentrações mais altas do superóxido e radicais, que trabalham juntamente com a sonoquímica para decompor as impurezas na água residual. Em segundo lugar, a natureza da luz ultravioleta de alta energia inicia a decomposição das impurezas por sua absorção da radiação seguida por cisão das ligações químicas. Por exemplo, com respeito às tintas e outros agentes coloridos, a sonoquímica decomporá adicionalmente estes fragmentos de compostos, devido a estes intermediários que são quimicamente

instáveis e, portanto é mais fácil deles sofrerem degradação adicional no sistema ultrassônico.

Uma lâmpada ultravioleta da fonte de luz ultravioleta 66 pode ser ajustada para produzir uma ampla emissão de luz ultravioleta ou faixa de comprimento de onda de mais restrita específica por seleção cuidadosa do bulbo de lâmpada. Por exemplo, Fusion UV Systems, Inc., de Gaithersburg, Maryland oferece uma série de bulbos de lâmpada ultravioleta com as seguintes faixas de emissão:

10	bulbo em H	210-315 nanômetros
	bulbo em D	350-450 nanômetros
	bulbo em V	400-450 nanômetros
	bulbo em M	365 nanômetros e 406 nanômetros.

O sistema de tratamento de líquido 10 também pode opcionalmente ser combinado com um sistema de pós-processamento em comunicação fluída com a extremidade de saída 20 do alojamento para processar a água residual depois que a água residual sai do alojamento. Por exemplo, o sistema de tratamento de líquido 10 ilustrado pode ser combinado com um ou mais gauges de pressão para monitorar a pressão no alojamento 12. Uma ou mais unidades filtrantes 90 também podem ser dispostas ao longo da trilha de fluxo da água residual a jusante do alojamento 12 para filtrar material particulado, tal como sujeira, escombros ou outros contaminados que podem estar presentes na água residual. Por exemplo, em uma modalidade, uma primeira unidade filtrante pode ser construída para filtrar partículas dimensionadas como maiores do que cerca de 0,5 micron e uma segunda unidade filtrante a jusante da primeira unidade filtrante é construída para filtrar adicionalmente partículas dimensionadas como maiores do que cerca de 0,2 micron. Entretanto, entende-se que apenas uma, ou mais de duas unidades filtrantes podem ser usadas, ou que as unidades filtrantes podem ser omitidas completamente.

O sistema pós-processamento pode compreender adicionalmente uma unidade de desgaseificação e de remoção de bolhas 92 que é operável para remover bolhas de gás da água residual depois de atravessar o alojamento 12. Em uma modalidade adequada, a unidade de desgaseificação e de remoção de bolhas 92

compreende um contator de membrana convencional. A construção e operação de contadores de membrana são bem conhecidas por aqueles versados na técnica e não são, portanto, descritas neste relatório em mais detalhes. Um exemplo de um contator de membrana adequado é
5 aquele disponibilizado por Membrana of Charlotte, North Carolina, U.S.A. sob o nome comercial SuperPhobic. Uma ou mais unidades de sensor também podem ser providas para monitorar várias características da água residual tais como, sem limitação, pH, condutividade, viscosidade, temperatura, cor, tensão de superfície
10 e outras características.

Em uma modalidade, tal como quando peróxido de hidrogênio é introduzido no alojamento 12 a ser usado como um agente oxidante para remover impurezas da água residual, o peróxido de hidrogênio residual pode precisar ser removido da
15 corrente de saída por uma unidade de pós-processamento que reage com o peróxido de hidrogênio. Por exemplo, esta unidade de pós-processamento pode incluir uma superfície de platina ou prata que decompõem qualquer peróxido de hidrogênio residual. Similarmente, quando ozônio é introduzido para ajudar na remoção de impurezas,
20 uma unidade de pós-processamento, tal como uma unidade de destruição, pode ser usada para decompor qualquer ozônio que saia do alojamento.

Depois do tratamento no alojamento 12 ou, se usada, pós-processamento, a água residual tratada pode ser
25 direcionada para um recipiente de armazenamento, usada de novo ou descarregada em um local adequado.

Ao introduzir elementos da presente invenção ou modalidades preferidas da mesma, os artigos "um", "uma", "o" e "dito" entende-se que significam que há um ou mais dos elementos.
30 O termos "compreendendo", "incluindo" e "tendo" entende-se que são inclusivos e significam que pode haver elementos adicionais diferentes dos elementos listados.

Assim como várias alterações podem ser realizadas nas construções e métodos acima sem afastar-se do escopo da
35 invenção, pretende-se que toda a matéria contida na descrição acima e mostrada nos desenhos anexos, será interpretada como ilustrativa e não em um sentido limitativo.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de tratamento de líquido (10), caracterizado pelo fato de que compreende:

uma unidade de guia de onda ultrassônica (16) compreendendo um canhão ultrassônico (32) operável a uma frequência ultrassônica para energizar ultrassonicamente o líquido;

uma fonte de luz ultravioleta (66) para emitir luz ultravioleta sobre o líquido enquanto o líquido é ultrassonicamente energizado pelo canhão ultrassônico (32); e

um alojamento (12) definindo um espaço interior (14) para receber o líquido, pelo menos uma porção do canhão ultrassônico (32) sendo localizada dentro do espaço interior (14) do alojamento (12) para energizar ultrassonicamente o líquido dentro do alojamento (12);

em que

o canhão ultrassônico (32) tem uma superfície externa (34) e uma pluralidade de membros de agitação discretos (50) estendendo-se para fora da superfície externa (34), os membros de agitação (50) sendo construídos e dispostos para movimento dinâmico dos membros de agitação (50) em relação ao canhão ultrassônico (32) sob vibração ultrassônica do canhão ultrassônico (32);

o sistema de tratamento de líquido (10) compreende adicionalmente uma unidade defletora (60) disposta dentro do espaço interior (14) do alojamento (12), e transversalmente adjacente à superfície interna (36) da parede lateral (30) do alojamento (12) e transversalmente oposta em relação ao canhão ultrassônico (32).

2. Sistema de tratamento de líquido (10) de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que:

o alojamento (12) tem pelo menos um orifício de entrada (22) para receber o líquido dentro do espaço interior (14) do alojamento (12) e

pelo menos um orifício de saída (24) para permitir que o líquido saia do espaço interior (14) do alojamento (12), o orifício de saída (24) sendo separado do orifício de entrada (22) de forma que o líquido flua pelo espaço interior (14) do alojamento (12) a partir do orifício de entrada (22) para o orifício de saída (24);

em que

a unidade de guia de onda ultrassônica (16) é disposta dentro do espaço interior (14) do alojamento (12), o canhão ultrassônico (32) é disposto pelo menos na parte intermediária ao orifício de entrada (22) e o orifício de saída (24) do alojamento (12) e é operável a uma frequência ultrassônica para energizar ultrassonicamente o líquido que flui do orifício de entrada (22) para o orifício de saída (24) dentro do alojamento (12).

3. Sistema de tratamento de líquido (10) de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a fonte de luz ultravioleta (66) é capaz de emissão de luz ultravioleta em um comprimento de onda na faixa de 172 nanômetros a 600 nanômetros.

4. Sistema de tratamento de líquido (10) de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma porção do alojamento (12) compreende um material transparente para permitir que a luz ultravioleta de propague através do alojamento (12) no espaço interior (14) do mesmo para tratar o líquido no espaço interior (14) do alojamento (12).

5. Sistema de tratamento de líquido (10) de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a fonte de luz ultravioleta (66) está disposta fora do alojamento (12) e adjacente à porção transparente (26) do alojamento (12).

6. Sistema de tratamento de líquido (10) de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o alojamento (12) tem um

comprimento L2, a fonte de luz ultravioleta (66) sendo capaz de emitir luz ultravioleta ao longo do comprimento do alojamento (12).

7. Sistema de tratamento de líquido (10) de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente pelo menos um refletor (68) para redirecionar a luz ultravioleta emitida pela fonte de luz ultravioleta (66) dentro do espaço interior (14) do alojamento (12).

8. Sistema de tratamento de líquido (10) de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente uma fonte de agente oxidante para introduzir um agente oxidante no líquido.

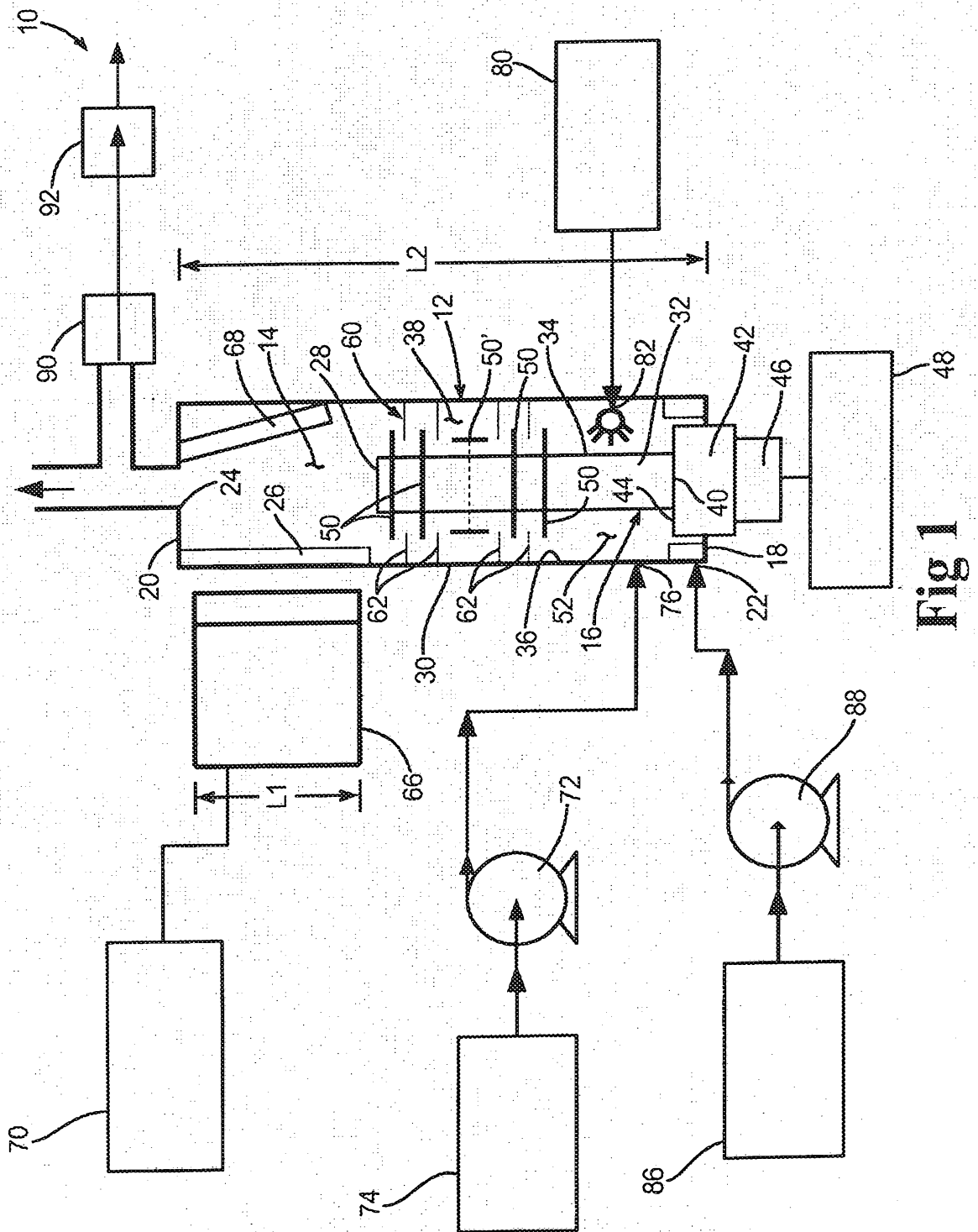
9. Sistema de tratamento de líquido (10) de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que a fonte de agente oxidante compreende uma bomba (72) para bombear o agente oxidante dentro do espaço interior (14) do alojamento (12).

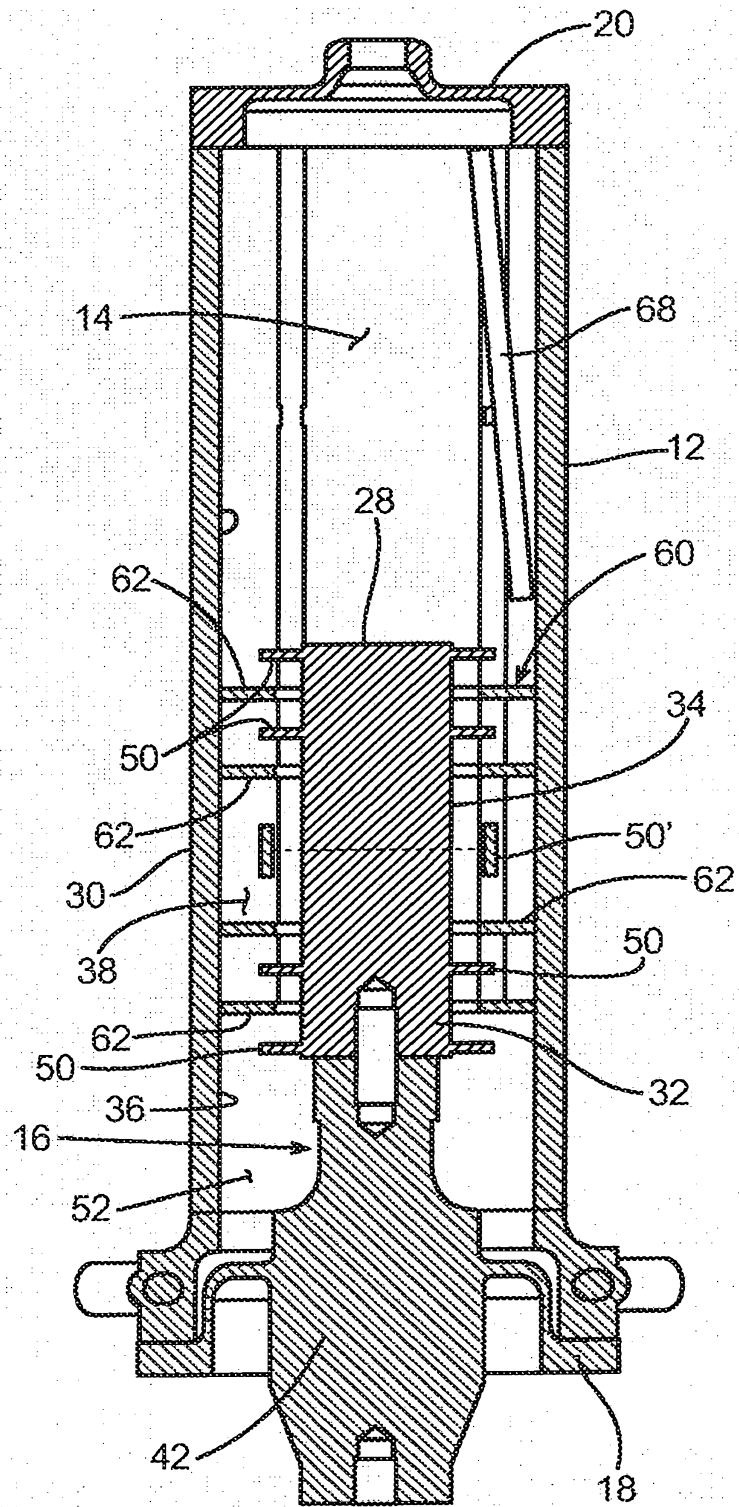
10. Sistema de tratamento de líquido (10) de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente uma fonte de agente oxidante para introduzir um agente oxidante no líquido em que a fonte de agente oxidante compreende uma bomba para bombear o agente oxidante dentro do espaço interior (14) do alojamento (12) e em que a fonte de agente oxidante compreende uma primeira bomba para bombear um primeiro agente oxidante dentro do espaço interior (14) do alojamento (12), e uma segunda bomba para bombear um segundo agente oxidante dentro do espaço interior (14) do alojamento (12), o primeiro agente oxidante sendo diferente do segundo agente oxidante.

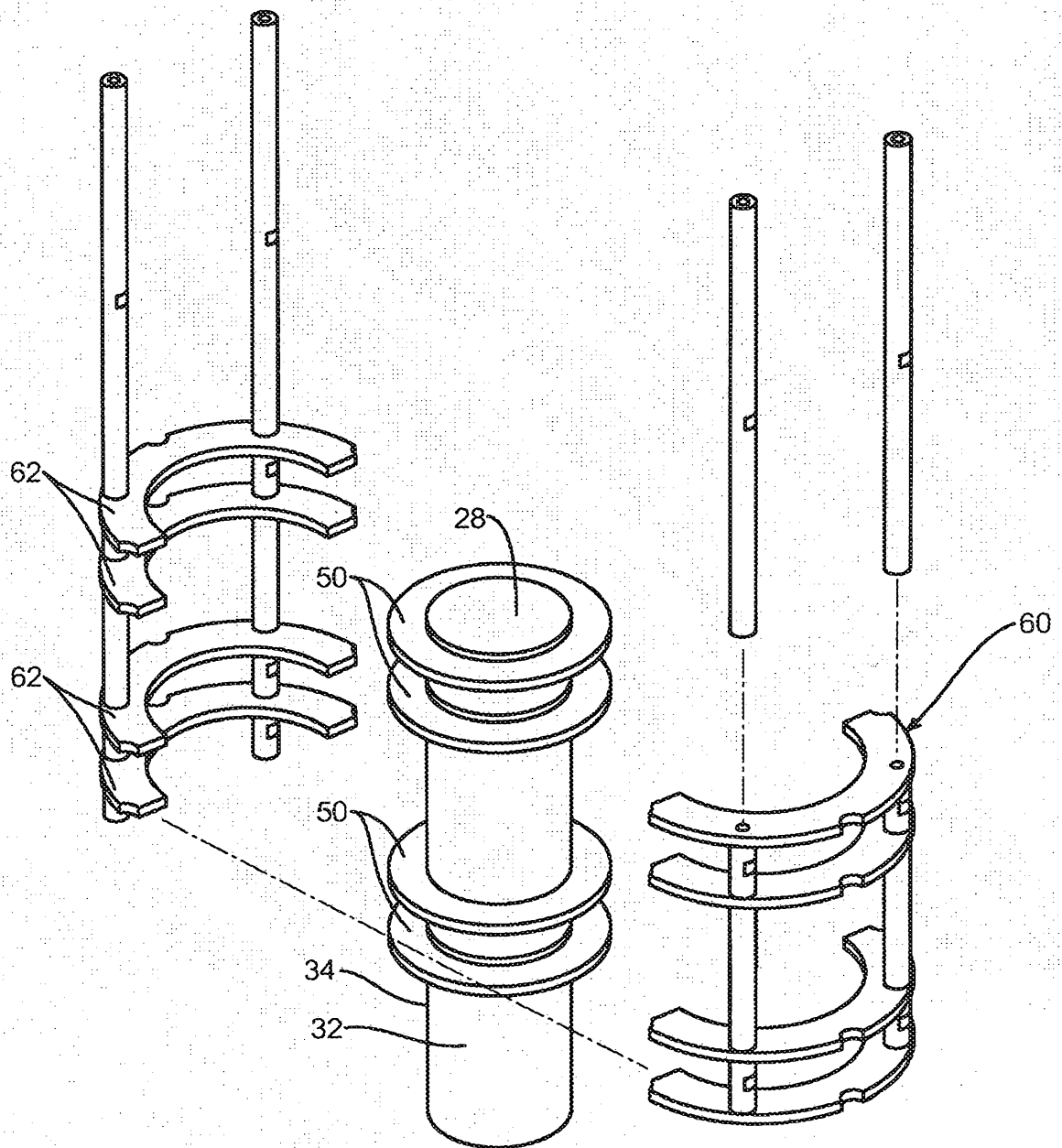
11. Sistema de tratamento de líquido (10) de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente uma fonte de agente oxidante para introduzir um agente oxidante no líquido em que o agente oxidante compreende pelo menos um dentre peróxido de

hidrogênio e ozônio.

12. Sistema de tratamento de líquido (10) de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente uma fonte de agente oxidante para introduzir um agente oxidante no líquido em que a fonte de agente oxidante compreende um gerador de ozônio (80) e o agente oxidante compreende ozônio.



**Fig 2**

**Fig 3**