



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

MU81023170
MU81023170

CARTA PATENTE N.º MU 8102317-0

Modelo de Utilidade

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE, que outorga ao seu titular a propriedade do modelo de utilidade caracterizado neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito : MU 8102317-0

(22) Data do Depósito : 18/10/2001

(43) Data da Publicação do Pedido : 30/09/2003

(51) Classificação Internacional : C02F 1/32

(54) Título : Fotorreator simplificado de radiação ultravioleta para desinfecção de águas de abastecimento e esgotos tratados.

(73) Titular : Universidade Federal de Minas Gerais, Universitária, CGC/CPF: 17217985000104. Endereço: Av. Antonio Carlos, 6627, Pampulha, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil (BR/MG), CEP: 31270-901.

(72) Inventor : Carlos Augusto de Lemos Chernicharo, Professor(a). Endereço: Rua São João Evangelista 198/101, São Pedro, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, CEP: 31130540.; Willer Hudson Pos, Bioquímico(a). Endereço: Rua Professor Antonio Aleixo 300/401, Lourdes, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.; Carlota Virgínia Pereira Alves, Estudante. Endereço: Rua Capitão Gustavo Murgel 263, Caiçara, Brasil.; João Carlos de Castro Silva, Estudante. Endereço: Rua Trifana 277, Serra, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.; Antonio Alves dos Reis, Engenheiro(a) Químico(a). Endereço: Rua Cuco 471, Goiania, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.; Jacson Lauffer, Estudante. Endereço: Rua Vereador Washington Valfrido 55/01, Buritis, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

Prazo de Validade : 7 (sete) anos contados a partir de 09/07/2013, observadas as condições legais.

Expedida em : 9 de Julho de 2013.

Assinado digitalmente por
Júlio César Castelo Branco Reis Moreira
Diretor de Patentes

15 de Novembro
REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
de 1889

“FOTORREATOR SIMPLIFICADO DE RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA PARA DESINFECÇÃO DE ÁGUAS DE ABASTECIMENTO E ESGOTOS TRATADOS”

O presente pedido de patente de modelo de utilidade (Figura 1) se
5 refere a um fotorreator simplificado de fluxo contínuo para a desinfecção de
águas de abastecimento e esgotos tratados por meio de radiação ultravioleta
(UV). A radiação ultravioleta está bem estabelecida como bactericida e
virucida. A utilização de fotorreatores possibilita menores áreas em relação a
outros processos de desinfecção, bem como uma maior simplicidade e
10 menores custos operacionais.

Os primeiros registros relatando o uso de radiação ultravioleta para a
desinfecção de água remontam a 1877, quando os ingleses DOWNES e
BLUNT provaram que era possível inativar microrganismos expondo-os à
radiação ultravioleta. Para a desinfecção de esgoto acreditava-se que não
15 seria possível usar a radiação ultravioleta devido à presença de matéria
orgânica dissolvida e materiais sólidos em suspensão. Entretanto, por volta de
1975, provou-se que era tecnicamente possível desinfetar efluente secundário
de esgoto sanitário, conforme trabalho desenvolvido por OLIVER &
COSGROVE (1975) (The disinfection of sewage treatment plant effluents using
20 ultraviolet light. *Canadian Journal of Chemical Engineering*, v. 53, n.4, 170-174,
1975). Pouco depois, em 1977, iniciaram no Brasil as pesquisas de
desinfecção, comprovando a viabilidade da radiação ultravioleta para
desinfecção de esgoto (CAMPOS & PIZZIRANI, 1977 - Desinfecção com
radiação ultravioleta. 9º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária. Belo
25 Horizonte, 19 p.).

A desinfecção com radiação ultravioleta é um mecanismo físico, no qual
a energia ultravioleta é absorvida pelos diferentes componentes orgânico-
moleculares essenciais ao funcionamento normal das células. A ação
germicida da radiação UV está associada às alterações estruturais que esta
30 provoca no DNA das células, consequência de reações fotoquímicas
desencadeadas pela absorção da radiação pelas moléculas que constituem o
DNA. Ao ocorrer o processo natural de divisão celular com a duplicação do

DNA, a estrutura formada pela absorção de radiação ultravioleta não é reconhecida, o que interrompe o processo de duplicação. Assim, a célula pode manter temporariamente as atividades metabólicas, mas não consegue se reproduzir. Por isso diz-se que ocorre a inativação e não a morte do microrganismo. A absorção de radiação UV pelas células é máxima na faixa de 255 a 260 nm. As lâmpadas de baixa pressão de vapor de mercúrio, as quais emitem aproximadamente 85% de sua energia no comprimento de onda de 253,7 nm, são a fonte de radiação UV mais eficiente e efetiva para os sistemas de desinfecção.

Diferente dos métodos de desinfecção que utilizam produtos químicos como, por exemplo, cloro, a radiação ultravioleta não adiciona produtos ao esgoto ou à água. Sendo assim, não há residual desinfetante e a ação da radiação só é efetiva enquanto a fonte estiver ligada ou o líquido estiver passando pelo reator fotoquímico. Essa característica constitui uma das principais vantagens no caso da desinfecção de esgotos, pois se reduz a potencialidade de formação de subprodutos. Entretanto, representa limitação para desinfecção de água, pois, em caso de contaminação na rede de distribuição, não há como garantir a inativação dos microrganismos, como ocorre com a desinfecção com cloro, que mantém residual desinfetante. Todavia, para a particularidade do esgoto sanitário é vantajosa, pois não há necessidade de remoção de residual que estaria causando impacto negativo à biota do corpo d'água receptor.

Basicamente, a desinfecção com ultravioleta é conseguida através da exposição dos microrganismos, presentes nas águas de abastecimento e nos esgotos, à radiação emitida por lâmpadas de ultravioleta.

A literatura menciona a existência de três tipos de Fotorreatores. No primeiro, o projeto do reator não permite o contato da lâmpada com o líquido, uma vez que estas se situam sobre o mesmo; fixadas em refletores. Já no segundo tipo de reator, as lâmpadas ficam imersas todo o tempo no líquido, protegidas por material transparente à radiação UV. O terceiro tipo utiliza lâmpadas externas a tubos transparentes, no interior dos quais escoam o líquido. O objeto do pedido de patente pleiteado corresponde ao segundo tipo de

Fotorreatores; possuindo um grande número de configurações, geralmente ligadas ao arranjo das lâmpadas em relação ao fluxo, ao projeto hidráulico do reator e ao sistema de limpeza das lâmpadas.

Um elemento essencial na operação de sistemas de UV é a limpeza da superfície das lâmpadas que devem ser mantidas transparentes para permitir uma performance eficiente da radiação UV, pois altas concentrações de sólidos suspensos, cor, turbidez e matéria orgânica solúvel no esgoto podem reagir com a radiação ou absorvê-la, reduzindo a performance do processo. Muitos sistemas comerciais existentes incluem equipamentos acessórios sofisticados ou de custo elevado para realização dessa tarefa, incluindo transdutores ultrassônicos e a restauração das superfícies utilizando-se produtos químicos.

É razoável o estado da técnica em que se encontra a desinfecção com UV, onde os mecanismos são conhecidos e os parâmetros de projeto têm sido identificados. No entanto, trata-se de uma aplicação ainda recente no Brasil, sendo que os procedimentos de projeto estão ainda em desenvolvimento e são limitadas as experiências na operação e manutenção dessas unidades.

As patentes localizadas nas buscas realizadas, tais como, a EP0027278, da base de patentes do Escritório Europeu de Patentes, a 2061424, 2168604, 2149266 e 2058972, da base de patentes do Canadá, não mencionam nada sobre o tipo de limpeza utilizado nos sistemas de desinfecção com radiação UV e sobre o tipo de material utilizado na fabricação dos Fotorreatores já patenteados. Sendo a maioria dos equipamentos para desinfecção com UV patenteados por empresas multinacionais, o custo para aquisição desses equipamentos é muito elevado.

Com o intuito de eliminar as limitações de aplicação de equipamentos de desinfecção por radiação ultravioleta, devido ao elevado custo dos equipamentos patenteados por empresas multinacionais, todavia preservando a concepção de simplicidade operacional, desenvolveu-se um Fotorreator simplificado, objeto do presente pedido de patente de modelo de utilidade.

O modelo ora proposto (Figura 1) possibilita a desinfecção de águas de abastecimento e esgotos tratados, com a utilização de um Fotorreator

fabricado com materiais de baixo custo, tais como PVC, aço inoxidável e fibra de vidro, aliado a uma simplicidade operacional no que diz respeito à limpeza das lâmpadas de UV. O sistema de limpeza das lâmpadas é constituído de material esponjoso, que se movimenta junto às lâmpadas, porém com a vantagem e a simplicidade de um acionamento externo ao Fotorreator. O acionamento pode ser tanto eletromecânico quanto manual, feito pelo operador da estação de tratamento, sem a necessidade de se retirar as lâmpadas do interior do Fotorreator UV.

Com relação à redução da performance da desinfecção, pela absorção ou reação da radiação UV, este problema será minimizado no presente caso, uma vez que o Fotorreator será aplicado ao pós-tratamento de esgotos previamente submetidos a etapas de tratamento físico, químico ou biológico e, portanto, apresentando valores reduzidos de sólidos suspensos, cor, turbidez e matéria orgânica solúvel.

O modelo de utilidade (Figura 1) é constituído de um tanque cilíndrico ou prismático, onde são instaladas as lâmpadas de ultravioleta. O fluxo do esgoto dentro do Fotorreator pode ser descendente ou ascendente, sendo preferível este último. Na configuração ascendente, o fluxo entra na unidade por uma tubulação localizada na base do reator, de onde flui paralelamente às lâmpadas e é exposto à radiação ultravioleta durante certo intervalo de tempo, saindo finalmente do reator por meio de outra tubulação situada na parte superior do reator.

O sistema de limpeza das lâmpadas pode ser tanto eletromecânico quanto manual, sendo constituído por uma peça vazada que se movimenta ao longo do comprimento de cada lâmpada, ligada a um dispositivo de acionamento localizado no exterior do Fotorreator. Essa peça vazada possui, no seu interior, uma esponja que entra em contato com a lâmpada ao longo de todo o seu comprimento, limpando-a. O dispositivo de acionamento externo dispõe de guias laterais, que possibilitam a sua movimentação ao longo do eixo de cada lâmpada, para baixo e para cima, garantindo o perfeito contato apenas do material esponjoso com a parede da lâmpada. O sistema de

vedação, localizado na base do Fotorreator, possibilita o isolamento entre as paredes das lâmpadas e os conectores elétricos.

As paredes laterais do Fotorreator dispõem de visores em quartzo, que permitem a medição da intensidade de radiação emitida por cada lâmpada, sem a necessidade de retirada das mesmas.

A **Figura 1** ilustra o presente modelo de utilidade. Tais desenhos tornarão possível compreender o objeto da patente pleiteada, bem como a um técnico especializado, conhecedor dos princípios básicos do tratamento de águas e de esgotos, reproduzi-los após o término da vigência do monopólio decorrente do pleito ora apresentado.

O líquido contaminado entra no Fotorreator em **(1)**, é exposto à radiação emitida pelas lâmpadas de UV **(2)** e sai desinfetado em **(3)**. O sistema possui uma peça de limpeza vazada **(4)**, possuindo no seu interior uma esponja **(5)**, que percorre o comprimento das lâmpadas **(2)** limpando-as. A peça de limpeza **(4)** é ligada a hastes **(6)** que estão fixadas a um dispositivo externo de acionamento **(7)** que possui guias laterais **(8)** e **(9)** possibilitando a limpeza das lâmpadas **(2)** sem o risco de quebrá-las. As lâmpadas são ligadas à rede elétrica **(10)**. Há uma descarga de fundo **(11)** que possibilita o esvaziamento do Fotorreator e a retirada de sólidos que venham a se acumular com o tempo. Na base do reator, existe uma peça de vedação, que permite isolar o líquido, em contato com as lâmpadas, dos conectores elétricos das mesmas.

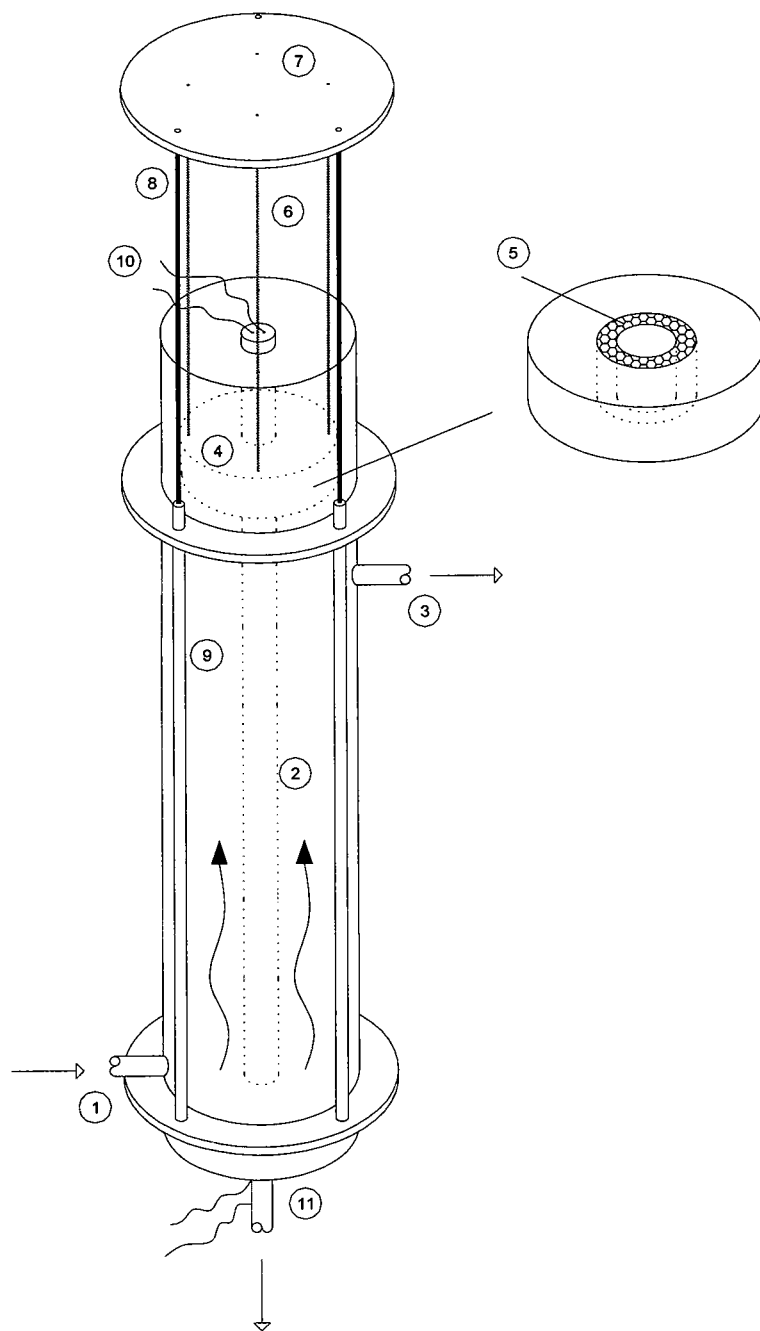
Esse modelo de Fotorreator já foi testado em escala piloto promovendo a desinfecção de águas de abastecimento e de esgotos domésticos tratados previamente em reatores anaeróbios de manta de lodo (reatores UASB) e em Filtros Biológicos Percoladores (FBP). Em todas as aplicações em escala piloto, os resultados foram amplamente satisfatórios, tendo sido produzidos efluentes com qualidade suficiente para atender as legislações brasileira e internacional, para águas de consumo humano, de acordo com a Portaria 1469/2000 do Ministério da Saúde; para águas superficiais classe 2, de acordo com a Resolução 020/1986 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e para águas para reuso sem restrições na agricultura, de acordo com as diretrizes da Organização Mundial da Saúde.

REIVINDICAÇÕES

5 **1. Fotorreator simplificado de radiação ultravioleta para**
desinfecção de águas de abastecimento e esgotos tratados, constituído
de um tanque cilíndrico ou prismático, caracterizado pelo sistema
compreender local de entrada do líquido contaminado (1), peça de limpeza
vazada (4), ligada a um dispositivo de acionamento localizado no exterior, que
se movimenta ao longo do comprimento de cada lâmpada (2), sendo que a
10 peça de limpeza (4) possui no seu interior uma esponja (5) que entra em
contato com a lâmpada e está ligada às hastes (6) fixadas a um dispositivo
externo de acionamento (7) que possui guias laterais (8) e (9), descarga de
fundo (11), peça de vedação na base do reator e local de saída (3).

15 **2. Fotorreator simplificado de radiação ultravioleta para**
desinfecção de águas de abastecimento e esgotos tratados, de acordo
com a reivindicação 1, caracterizado pelo dispositivo de acionamento
localizado no exterior ser eletromecânico ou manual, sem a necessidade de
se retirar as lâmpadas do interior do fotorreator.

20 **3. Fotorreator simplificado de radiação ultravioleta para**
desinfecção de águas de abastecimento e esgotos tratados, de acordo
com a reivindicação 1, caracterizado por utilizar materiais selecionados do
grupo compreendendo PVC, aço inoxidável e fibra de vidro.

**Figura 1**

RESUMO

“FOTORREATOR SIMPLIFICADO DE RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA PARA DESINFECÇÃO DE ÁGUAS DE ABASTECIMENTO E ESGOTOS TRATADOS”

5 O presente pedido de patente de modelo de utilidade (Figura 1) se refere a um fotorreator simplificado de fluxo contínuo para a desinfecção de águas de abastecimento e esgotos tratados por meio de radiação ultravioleta. O modelo é constituído de um tanque cilíndrico ou prismático, onde são instaladas as lâmpadas de ultravioleta. O fluxo do esgoto dentro do fotorreator

10 pode ser descendente ou ascendente. Na configuração ascendente, o fluxo entra na unidade por uma tubulação localizada na base do reator, de onde flui paralelamente às lâmpadas e é exposto à radiação ultravioleta durante certo intervalo de tempo, saindo finalmente do reator por meio de outra tubulação situada na parte superior do reator. O sistema de limpeza das lâmpadas pode

15 ser tanto eletromecânico quanto manual, sendo constituído por uma peça vazada contendo uma esponja, que se movimenta ao longo do comprimento de cada lâmpada, ligada a um dispositivo de acionamento localizado no exterior do fotorreator. Este modelo possibilita menores custos de implantação, bem como uma maior simplicidade operacional, principalmente relacionada à

20 limpeza das lâmpadas.