



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

(11) PI 0704744-4 B1

(22) Data do Depósito: 30/11/2007

(45) Data de Concessão: 08/05/2018



(54) Título: ELETROFLOTADOR PARA TRATAMENTO DE EFLUENTES EM FLUXO CONTÍNUO COMPARTIMENTADO COM USO ALTERNATIVO DE OZÔNIO, PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO E RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA E PROCESSO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES EM FLUXO CONTÍNUO COMPARTILHADO

(51) Int.Cl.: C02F 1/465

(73) Titular(es): ASSOCIAÇÃO PRÓ-ENSINO EM SANTA CRUZ DO SUL

(72) Inventor(es): ÊNIO LEANDRO MACHADO

**ELETROFLOTADOR PARA TRATAMENTO DE EFLUENTES EM FLUXO
CONTÍNUO COMPARTIMENTADO COM USO ALTERNATIVO DE
OZÔNIO, PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO E RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA
E PROCESSO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES EM FLUXO
CONTÍNUO COMPARTILHADO**

Campo de aplicação da invenção

[01] A presente invenção é aplicada na área de tratamento de efluentes e se refere, mais especificamente a uma inovação em equipamentos eletroflotadores para tratamentos de efluentes com impacto na redução de custos para as empresas que utilizam extensivamente produtos químicos coagulantes e floculantes, sendo os agentes oxidantes gerados no local.

Estado da técnica da invenção

[02] O que se conhece do estado da técnica relevante é que a separação de fases coloidais em efluentes líquidos normalmente é efetivada com uso de processos de agregação de partículas via uso de coagulantes e auxiliares de coagulação. Na maioria dos casos utilizam-se sais de alumínio, ferrosos e férreos, polifenóis quaternários, polímeros catiônicos, aniônicos e não iônicos, agregando-se lodos adensados e desaguados com classe toxicológica I ou IIA.

[03] Operacionalmente a execução da coagulação/floculação exige tanques de mistura rápida e lenta, sedimentadores e acompanhamentos de melhorias chamados de teste de jarros. Alternativamente, a separação de fases anteriormente descrita também pode ser feita com tanques flotadores convencionais. Como processos e equipamento, a eletroflotação integrada e combinada com os processos oxidativos avançados, bem como o eletroflotador em fluxo contínuo concebido permite a anodização de eletrodos de ferro fundido gerando coagulantes e oxidantes no local, especialmente Fe^{2+} e Fe^{3+} , O_2 , HO (hidroxil radical) e ClO^- . O borbulhamento simultâneo de ozônio gerado fotoquimicamente, eletroquimicamente e por descargas elétricas também consiste em inovação para executar o processo $\text{Fe}^{2+}/\text{O}_3$

denominado de ELETROFLOTOOZONIZAÇÃO CATALÍTICA. A acoplagem de radiação ultravioleta e visível conjuntamente com peróxido de hidrogénio ou não, permite a execução dos métodos ELETROFLOTOFENTON, ELETROFLOTOFOTOFENTON e ELETROFLOTOFOTOOZONIZAÇÃO. Técnicas mais próximas do que as descritas anteriormente formam o processo chamado de eletrofenton.

[04] Pesquisando a base de patentes em diversos países, foram encontradas as seguintes anterioridades que utilizam tecnologias diversas daquelas propostas na presente patente, mas que pela relevância das mesmas, cumpre estabelecer as diferenças tecnológicas que tornam clara a novidade e atividade inventiva da invenção proposta.

[05] O documento de patente europeia n. EP0794157, intitulado “Water treatment by means of electroflotation and electrocoagulation”, apresenta uma solução para o tratamento de efluentes através da eletroflotação e eletrocoagulação. Contudo é possível mencionar que existem diferenças em relação aos eletrodos, pois na invenção ora proposta são utilizados bastões de ferro/aço de construção, assim como o fluxo do sistema é vertical e ascendente com defletores verticais melhorando a flotação e a mistura hidráulica em relação a esta patente. O dispositivo raspador de lodo poderá ser acoplado ao sistema para remoção do lodo flotado; A incorporação dos métodos eletroflotofenton, eletroflotoozonização catalítica e eletroflotofotoozonização também não são revelados nesse documento de patente anterior. Deve-se alertar que em nenhuma das anterioridades a seguir descritas foram apontadas as inovações comparativamente expostas em relação ao documento EP0794157 A1, de modo que as observações dos documentos de patentes a seguir expostos devem ser consideradas também com a incorporação destas observações técnicas diferenciais.

[06] Já o documento americano n. US6325916 – “Waste water treatment method and apparatus”, relata a utilização de componentes adicionais como gás para melhorar a tratabilidade do sistema, citando a injeção de gás para

melhor oxidação dos contaminantes, sendo o gás (injetado) dissolvido em um reservatório na solução aquosa e a pressão dentro reservatório sendo controlável; Relata, ainda, a utilização para tratamento de contaminantes no solo. Assim sendo, verifica-se, claramente, que o sistema é totalmente diferente do proposto na presente invenção cuja proteção se reivindica.

[07] O documento de patente internacional n. WO2004039734, intitulado *“Device and method for processing liquid manure by means of electroflotation”*, que descreve a existência de um pré-tratamento com adição de reagentes no efluente para posterior aplicação em um sistema de remoção de contaminantes, o que diferencia muito o sistema da tecnologia proposta na presente invenção cuja proteção se pleiteia.

[08] O documento de patente n. WO2005075358 – *“Method for the purification, detoxification, and treatment of wastewaters, sludge, harbor mud, dock wastewaters, feces, liquid manure, and waste contaminated with radioactive materials from hospitals and labs, and installation for carrying out said method”*, que propõe que o método é para purificação, tratamento de lodo, contaminante com material radioativo, fezes entre outros para os quais a invenção ora reivindicada não se aplica; Utiliza sal com NaCl, assim como utiliza diferentes fases para tratar o efluente, com a utilização de separação sólido/líquido.

[09] Já o documento de patente n. PI0007114-5 – “MÉTODO E APARELHO PARA TRATAMENTO DE ÁGUA RESIDUAL” que propõe um invento com a mesma finalidade e método do documento US6325916, mas com outra finalidade de tratamento não sendo contaminantes do solo. Dito documento de patente refere-se a soluções aquosas, água residual, o qual também se distancia da tecnologia proposta nesta patente cuja proteção se reivindica.

[010] Por fim o documento de patente americana n. US2007029201 – *“Method and apparatus for removing impurities from waste water by electroflotation”*, propõe uma solução em que o sistema é vertical, com os sítios anódicos e catódicos situados nas paredes externas e internas do

sistema; O equipamento é vertical, sem compartimentos para agitação hidráulica (chicanas), e a entrada de água residual é na parte inferior e a saída na parte superior do equipamento. Isso traz uma série de diferenças e problemas que são solucionados pela invenção ora proposta, de modo que há clara evolução em relação ao estado da técnica revelado.

Vantagens e descrição da invenção

[011] O Eletroflotador para tratamento de efluentes em fluxo contínuo compartimentado com uso alternativo de ozônio, peróxido de hidrogênio e radiação ultravioleta, traz diversas vantagens em relação ao estado da técnica descrito, pois apresenta redução de custos com produtos químicos, fácil montagem e manutenção, pequena área física para construção do sistema e efetiva separação de fases coloidais com oxidação conjunta de poluentes químicos dissolvidos, sendo que a aplicação para oxidações sem separação de fases também é possível.

[012] Tais vantagens geram efeitos práticos diretos com uma melhor operacionalidade, um potencial detoxificante, desinfetante, efetividade na separação de fases coloidais e execução de processos oxidativos avançados, ferro catalisados com coadjuvantes de radiações ultravioleta e visível e também via sonólise.

[013] A partir da disposição proposta no presente equipamento é visível que são gerados resultados positivos, alcançando-se resultados satisfatórios de redução de DQO, COT, aumento de biodegradabilidade via relação DQO/DBO5, cor aparente e real, toxicidade e turbidez em efluentes líquidos. Baixo custo de operação comparado com os métodos convencionais de separação de fases e oxidação. Pode ser confeccionado em série para aplicações em diferentes escalas, dependendo das condições de tratamento dos efluentes.

Breve descrição dos desenhos

[014] Para melhor compreensão representativa do conceito inventivo proposto e sua concretização prática, são anexadas figuras representativas do

eletroflotador compartimentado.

[015] A **Fig. 1** é uma visão lateral do eletroflotador.

[016] Já a **Fig. 2** é uma vista frontal de um dos compartimentos do eletroflotador com a disposição dos eletrodos horizontalmente.

[017] A **Fig. 3** representa o dispositivo raspador concebido para acoplagem no eletroflotador em fluxo contínuo em vista frontal, composta essencialmente por motor, raspador, correia e estrutura suporte.

Os desenhos apresentados não limitam a expressão da concretização da presente invenção, mas tão somente servem para facilitar a compreensão do conceito inventivo. Desta forma, embora a presente invenção tenha sido descrita com referência às corporificações preferenciais, pessoas habilitadas na técnica reconhecerão que mudanças podem ser feitas na forma e detalhes sem fugir do espírito e escopo da invenção.

Descrição detalhada dos desenhos

[018] A invenção pode ser utilizada, exemplificativamente, por diversas empresas do ramo têxtil, hospitalar, papel e celulose, postos de lavagem de veículos, postos de combustíveis, restaurantes, condomínios e águas residuais com coloração aparente e real e materiais coloidais agregados. A utilização de barras de ferro/aço (1) como eletrodos horizontalmente dispostos, dentro de compartimentos (2) do tanque de eletroflotação (3) proporcionam efetivo contato para anodização. A geometria do tanque permite fluxo ascendente e descendente sem turbulência excessiva, preservando os agregados formados.

[019] A tubulação de entrada (4) da matéria a ser tratada no eletroflotador em questão deverá ser disposta em nível superior ao nível da tubulação de saída (5) dos efluentes. Além disso, o sistema ora proposto deverá apresentar fluxo contínuo de efluentes.

[020] O tanque de eletrofloação em fluxo contínuo compartimentado com agitação hidráulica do efluente em contato com os eletrodos (1) dispostos horizontalmente dentro de cada compartimento em fluxo ascendente e

dotados de raspador mecanizado realiza a acoplagem de microborbulhadores e difusores de transferência de gás líquido para ozonização a partir de fonte fotoquímica, eletroquímica e por descargas elétricas.

[021] O eletroflotador (3) em fluxo contínuo concebido permite a anodização de eletrodos de ferro fundido gerando coagulantes e oxidantes no local, especialmente Fe^{2+} e Fe^{3+} , O_2 , HO (hidroxil radical) e ClO^- . O borbulhamento simultâneo de ozônio gerado fotoquimicamente, eletroquimicamente e por descargas elétricas também consiste em inovação para executar o processo $\text{Fe}^{2+}/\text{O}_3$ denominado de ELETROFLOTOOZONIZAÇÃO CATALÍTICA. A acoplagem de radiação ultravioleta e visível conjuntamente com peróxido de hidrogénio ou não, permite a execução dos métodos ELETROFLOTOFENTON, ELETROFLOTOFOTOFENTON e ELETROFLOTOFOTOOZONIZAÇÃO.

[022] Ademais, a presente invenção ainda propõe um processo de fluxo e etapas executadas pelo presente eletroflotador em fluxo contínuo. Nesse caso, o efluente a ser tratado ingressa pela tubulação de entrada (4) superior, passando pelos eletrodos (1) dispostos dentro dos compartimentos (2) do tanque de eletroflotação (3). Desse modo, é então realizada uma etapa de borbulhamento simultâneo de ozônio gerado fotoquimicamente, eletroquimicamente e por descargas elétricas. Além disso, uma acoplagem de radiação ultravioleta permite que o material sendo tratado seja submetido às etapas de ELETROFLOTOFENTON, ELETROFLOTOFOTOFENTON e ELETROFLOTOFOTOOZONIZAÇÃO.

[023] As etapas de tratamento dos efluentes descritas anteriormente ocorrem com o bombeamento em vazões controladas para estabelecimento de tempos de detenção de hidráulica pertinentes que podem variar entre 15 e 120 minutos, com intensidade mínima de corrente equivalente à 3 mA L^{-1} para flotação e respectiva densidade de corrente adequada entre 8 e 10 mA cm^{-2} ; realizar, subsequentemente, a clarificação prévia por eletroflotação/eletrooxidação, aplicando-se os coadjuvantes ozônio, através

de microborbulhamento, peróxido de hidrogénio, através de bomba dosadora e radiações UV e visível através de sistemas de lâmpadas emersas e imersas.

[024] Por fim, a concepção de raspador mecanizado possibilita a retirada de lodo na parte superior do tanque para posterior deságue e secagem.

[025] Tratou-se no presente relatório descritivo de um equipamento eletroflotador para tratamentos de efluentes, dotado de novidade, atividade inventiva, suficiência descritiva, aplicação industrial e, conseqüentemente, revestido de todos os requisitos essenciais para a concessão do privilégio pleiteado.

REINVINDICAÇÕES

1 - ELETROFLOTADOR PARA TRATAMENTO DE EFLUENTES EM FLUXO CONTÍNUO COMPARTIMENTADO COM USO ALTERNATIVO DE OZÔNIO, PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO E RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA compreendendo fluxo ascendente e descendente, com tubulação de entrada (4) em nível superior em relação à tubulação de saída (5) dos efluentes; e apresentando fluxo contínuo de efluentes **caracterizado por** utilizar barras de ferro ou aço (1) como eletrodos horizontalmente dispostos dentro de compartimentos (2) do tanque de eletroflotação (3); ser dotado de microborbulhadores com utilização de ozônio, difusores de transferência de gás líquido da ozonização a partir de fonte fotoquímica, eletroquímica e por descargas elétricas; meio de radiação ultravioleta e visível através de lâmpadas emersas e submersas e possuir um dispositivo raspador de lodo.

2 - ELETROFLOTADOR PARA TRATAMENTO DE EFLUENTES EM FLUXO CONTÍNUO COMPARTIMENTADO COM USO ALTERNATIVO DE OZÔNIO, PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO E RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA de acordo com a reivindicação 1, e ainda **caracterizado por** compreender a acoplagem de radiação ultravioleta e visível conjuntamente com peróxido de hidrogênio peróxido.

3 - PROCESSO DE TRATAMENTO DE EFLUENTE EM FLUXO CONTÍNUO COMPARTILHADO, com o uso de pelo menos um eletroflotador de acordo com a reivindicação 1, em que o efluente ingressa por uma tubulação de entrada superior (4), passando por eletrodos (2) dentro de compartimentos do tanque (2) de eletroflotação e saindo por uma tubulação de saída inferior (5), **caracterizado por** realizar as seguintes etapas:

- Borbulhamento simultâneo de ozônio gerado fotoquimicamente, eletroquimicamente e por descargas elétricas;
- Procedimento de eletroflotoozonização catalítica;
- Acoplagem de radiação ultravioleta; e

- Procedimentos de eletroflotofenton, eletroflotofotofenton, e eletroflotofotoozonização, em que,

o bombeamento do efluente é realizado em vazões controladas com estabelecimento de tempos de detenção de hidráulica pertinentes que podem variar entre 15 e 120 minutos, com intensidade mínima de corrente equivalente à 3 mA L^{-1} para flotação e respectiva densidade de corrente adequada entre 8 e 10 mA cm^{-2} .

4 - PROCESSO DE TRATAMENTO DE EFLUENTE EM FLUXO CONTÍNUO COMPARTILHADO, conforme reivindicação 3, e ainda **caracterizado pela** realização da raspagem mecanizada de lodo.

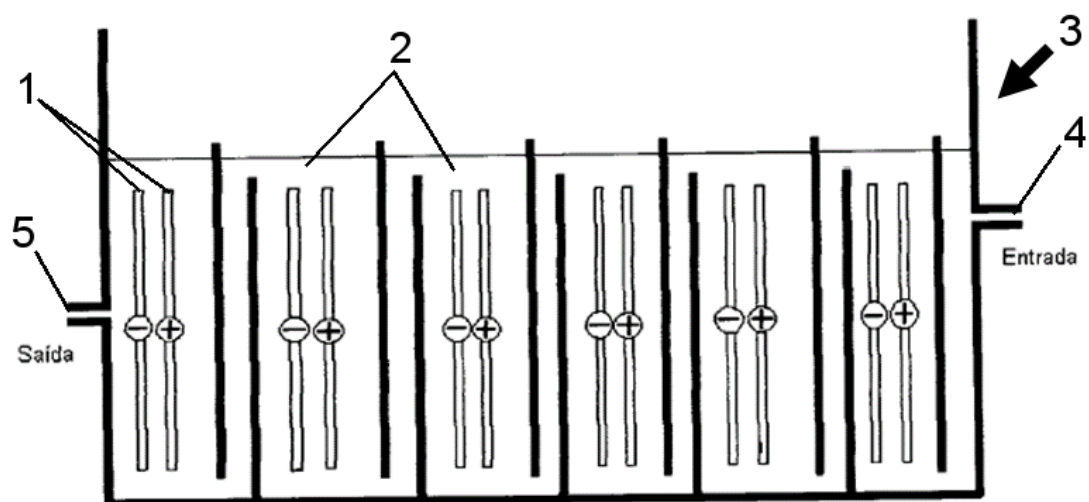


Fig. 1

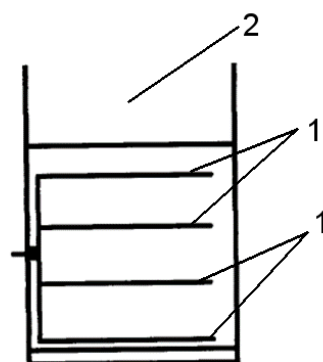


Fig. 2

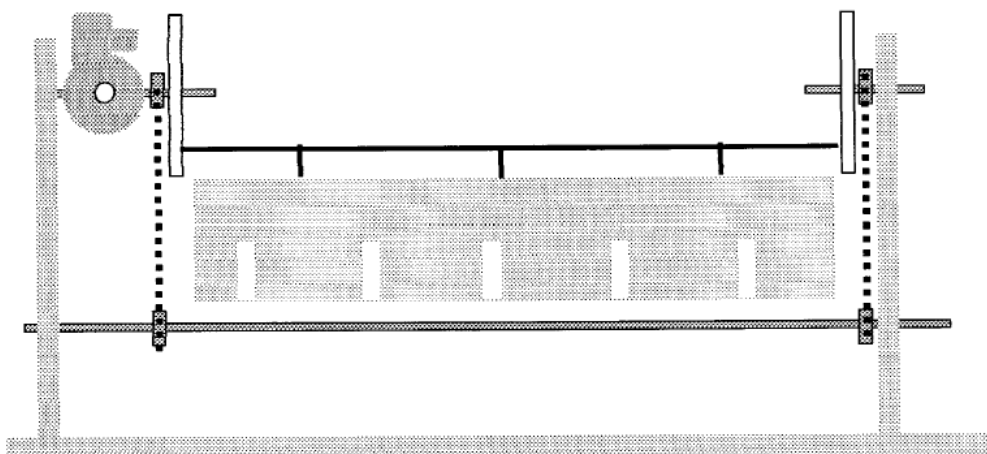


Fig. 3