



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

(21) BR 102016022622-8 A2

(22) Data do Depósito: 29/09/2016

(43) Data da Publicação: 02/05/2018



**(54) Título:** CONJUNTO DE SEPARADOR E MEMBRANA PARA EQUIPAMENTOS DE ELETRODIÁLISE E SEU PROCESSO DE MONTAGEM

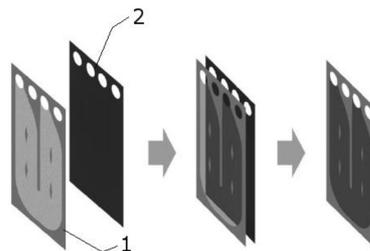
**(51) Int. Cl.:** B01D 61/46

**(73) Titular(es):** ASSOCIAÇÃO PRÓ ENSINO SUPERIOR EM NOVO HAMBURGO

**(72) Inventor(es):** MICHEL VINICIUS FLACH; MARCO ANTÔNIO SIQUEIRA RODRIGUES; ANA CAROLINA KAYSER; VANUSCA DALOSTO JAHNO; FABRICIO CELSO; RICARDO MARTINS DE MARTINS; LUIZ CARLOS ROBINSON; GRACIELA MACHADO DA SILVEIRA; NAIARA CAMILA MARTINS; JOANA FARIAS CORTE; FELIPE TIAGO DO NASCIMENTO; WALTER DE OLIVEIRA; JANE ZOPPAS FERREIRA; ANDREA MOURA BERNARDES; CARLOS ARTHUR FERREIRA

**(74) Procurador(es):** LEÃO PROPRIEDADE INTELECTUAL

**(57) Resumo:** RESUMO CONJUNTO SEPARADOR/MEMBRANA PARA EQUIPAMENTOS DE ELETRODIÁLISE E SEU PROCESSO DE MONTAGEM A presente invenção pertence ao setor tecnológico de tratamento de efluentes, e refere-se, mais especificamente, a uma nova forma de produção e montagem de conjunto de membranas/separadores de fluxo (A)(B) a serem utilizados nos equipamentos de eletrodiálise (EDR). Com o objetivo de sanar os inconvenientes no estado atual da técnica, o invento proposto apresenta um conjunto do separador de fluxo conectado à membrana catiônica (B) e outro conjunto separador/membrana aniônica (A). A invenção propõe acoplar as membranas íon-seletivas com os separadores de fluxo que são empregados em equipamentos de EDR para a utilização em sistemas de tratamento de águas e efluentes industriais e urbanos, possibilitando a montagem rápida e segura do equipamento. Destarte, a invenção proposta trata de um avanço tecnológico para a montagem de sistemas de eletrodiálise, mais especificamente da célula de eletrodiálise, conhecida como stack, que é formada basicamente por um conjunto de membranas aniônicas e catiônicas organizadas alternadamente entre dois elet(...)



## **CONJUNTO DE SEPARADOR E MEMBRANA PARA EQUIPAMENTOS DE ELETRODIÁLISE E SEU PROCESSO DE MONTAGEM**

### **Setor tecnológico da invenção**

[1] A presente invenção pertence ao setor tecnológico de tratamento de efluentes industriais, domésticos e água para abastecimento público, e se refere, mais especificamente, a uma nova montagem do conjunto de membranas íon-seletivas e separadores de fluxo utilizados nos equipamentos de eletrodiálise.

### **Estado da técnica conhecido**

[2] O crescimento urbano desordenado nas cidades brasileiras, o consumo dos recursos naturais sem critérios adequados, o descaso com o saneamento básico e o aumento da degradação dos recursos hídricos, torna-se um problema relevante para o desenvolvimento sustentável e para atender as necessidades atuais e das próximas gerações. A Agência Nacional de Águas relata que cerca de 70% das bacias hidrográficas brasileiras estão seriamente comprometidas por alto nível de poluição. O abastecimento de água é uma questão essencial para as populações e fundamental a ser resolvida pelos riscos que sua ausência ou seu fornecimento inadequado podem causar à saúde pública.

[3] É importante pontuar que no Brasil, há um número alarmante de famílias que não recebem água tratada e ainda não tem coleta de esgoto. A contaminação crescente dos recursos hídricos gera um ônus para o sistema de abastecimento público, onde são necessárias tecnologias mais avançadas para promover a potabilidade da água. Por outro lado, a escassez dos recursos hídricos gera conflitos sociais pela disputa do seu uso e limita o crescimento industrial. Diante deste cenário, o desenvolvimento de tecnologias capazes de tratar os efluentes industriais e urbanos e que possibilitem o reuso do efluente tratado pelo setor produtivo é de suma importância.

[4] Os métodos convencionais para o tratamento de água para abastecimento público e efluentes industriais e urbanos apresentam diversas limitações, especialmente o não atendimento quanto aos limites dos compostos presentes na água para abastecimento público e efluentes (industrial e urbano) tratados. A partir

dessas limitações, é visível a impossibilidade do reuso desses efluentes e o fornecimento de uma água com qualidade para a população. O tratamento de efluentes industriais e domésticos com emprego de novas tecnologias que permitam o reuso do efluente tratado, evitando sérios impactos ambientais decorrentes do lançamento destes efluentes nos corpos receptores, é de suma importância. Vinculados a essas novas tecnologias, é preciso que sejam desenvolvidas soluções que proporcionem resultados satisfatórios relacionados às suas eficiências, bem como a capacidade de tratamento e substancial redução de custos de operação.

[5] Nas últimas décadas tem sido desenvolvida uma nova tecnologia de separação de substâncias em solução, a qual consiste em um grupo de técnicas denominadas genericamente de Técnicas de Separação por Membrana. Estas técnicas são baseadas no emprego de membranas artificiais para promover a separação. Dentre as técnicas de separação por membrana, a eletrodialise reversa (EDR) caracteriza-se por empregar membranas íon-seletivas, separadores de fluxo e campo elétrico de corrente contínua como força propulsora da separação.

[6] A tecnologia de EDR foi desenvolvida após a II Guerra Mundial, e suas primeiras aplicações estão relacionadas à dessalinização de água do mar e produção de água potável. Atualmente, as suas aplicações são direcionadas para os processos das indústrias de alimentos, fármacos e química, bem como na biotecnologia e tratamento de efluentes, podendo ser utilizado para concentrar soluções iônicas, deionizar soluções salinas e separar espécies iônicas e não-iônicas. A EDR emprega membranas íon-seletivas, onde esta utiliza um diferencial de potencial entre dois eletrodos para gerar um gradiente de potencial, no qual os sais dissolvidos na forma iônica migram para os eletrodos de cargas opostas. Os íons presentes na água/efluentes são transportados através dessas membranas íon-seletivas, que por ação de um campo elétrico, migram de uma solução para outra, originando duas novas soluções: uma mais diluída e outra mais concentrada.

[7] Atualmente os componentes (membranas e separadores de fluxo) da EDR são produzidos separadamente e devem ser devidamente acoplados. A perfeita montagem do módulo das membranas e conseqüentemente a correta operação do sistema de eletrodialise estão associadas à correta montagem do sistema. A montagem do módulo de EDR consiste na seguinte seqüência: membrana catiônica/separador/membrana aniônica/separador e assim por diante. Caso aconteça algum erro na disposição da seqüência membrana/separador/membrana, na hora de montar, podem ser observados problemas no funcionamento do equipamento. Ou seja, a correta montagem do conjunto separador/membrana é essencial para o funcionamento da EDR. Caso, esta seqüência de montagem não siga exatamente a ordem correta é então necessário que o equipamento seja desmontado novamente, a fim de corrigir o erro de montagem, pois se o erro não for corrigido o efluente/água tratada terá a sua qualidade comprometida.

[8] Atualmente são conhecidos diversos processos de eletrodialise que utilizam essa disposição de montagem e empilhamento dos componentes. A patente de invenção PI 0712603-4, intitulada "TRATAMENTO DE LÍQUIDO AQUOSO", consiste em um sistema de tratamento que prevê a utilização de bactérias aeróbicas em suspensão na presença de oxigênio dissolvido associadas a membranas. O sistema descrito no referido documento utiliza fluxos pressurizados e injeção de gás para a geração de 2 correntes de líquidos, uma corrente de descarga transparente e uma corrente de reciclo. A solução não atende ao tratamento de eletrodialise e nem prevê o uso de membranas íon-seletivas. Além disso, a solução em questão também não prevê a força motriz do tratamento da eletrodialise, ou seja, o potencial elétrico. Sendo, portanto, a descrição de outro processo de tratamento bem diferente da EDR proposta no presente relatório descritivo.

[9] A patente nº PI 0709332-2 – "MÓDULO DE SISTEMA E PROCESSO DE MEMBRANA HÍBRIDA PARA TRATAMENTO DE ÁGUA SERVIDA INDUSTRIAL", descreve um processo para reduzir o conteúdo e o volume de

matéria orgânica em uma corrente de água. A referida patente trata de um sistema híbrido de um conjunto contendo processos de nanofiltração, ultrafiltração e carvão ativado a força motriz dos sistemas de nanofiltração e ultrafiltração, a pressão. Esta patente trata de outras tecnologias de membrana diferentes da eletrodialise, objeto desta solicitação, que trata da produção de conjuntos separador/membrana catiônica e separador/membrana aniônica para sistemas de eletrodialise, onde a força motriz do tratamento é o potencial elétrico empregado no sistema.

[10] O documento PI 0517156-3 - “MEMBRANA MICRO-POROSA COM TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE E DISPOSITIVO ELETROQUÍMICO PREPARADO COM ELA”, descreve um filme poroso formado por um substrato poroso e uma camada de cobertura em regiões selecionadas de borracha de estireno-butadieno. Este filme poroso tem sua aplicação na forma de separador para dispositivos eletroquímicos, gerando de acordo com o depositante, a melhora da segurança do dispositivo e a prevenção na qualidade do dispositivo. Já a patente objeto desta solicitação, trata da produção de conjuntos separador/membrana catiônica e separador/membrana aniônica para sistemas de eletrodialise. Estes conjuntos consistem em peças que são produzidas a partir da produção em conjunto de membranas – catiônicas ou aniônicas junto ao separador de fluxo adequado (para que os fluxos de soluções concentradas e diluídas estejam corretamente dispostos dentro do sistema de eletrodialise).

[11] Já o documento PI 0008062-4 – “MEMBRANA DE FILTRO MICROPOROSA, MÉTODO DE PRODUZIR MEMBRANA DE FILTRO MICROPOROSA, E SEPARADOR QUE EMPREGA MEMBRANAS DE FILTRO MICROPOROSAS”, propõe a produção de membranas de filtro microporosas por diversas técnicas, como microusinagem, litografia e tratamentos com raios-x. O documento PI 0518118-6 trata da produção de membranas micro-porosas à base de um substrato separador de polímero e uma camada ativa, substrato, formado de partículas inorgânicas e polímero, tratando-se também de método para fabricar um dispositivo eletroquímico. Por fim o documento PI 0114438-3 – “PROCESSO

E APARELHO PARA TRATAMENTO DE ÁGUA DE DESPEJO”, descreve um sistema que consiste em conjunto de técnicas para o tratamento de água de despejo combinando separador de sólidos depositáveis, um sistema de separação de membrana e um sistema de separação de flutuação a gás. Contudo, nenhum desses inventos propõe a invenção, objeto desta solicitação, que trata da produção de conjuntos separador/membrana catiônica e separador/membrana aniônica para sistemas de eletrodialise, onde a força motriz do tratamento é o potencial elétrico empregado no sistema.

[12] Ainda podemos destacar a patente americana nº US20020148769 – “*Spacer for membrane stacks*”, que apresenta uma forma de empilhamento de membranas intercaladas com espaçadores. As membranas e os espaçadores são empilhados uns aos outros de forma a criar uma única unidade coletiva, ou seja, esta patente trata do sistema convencional de montagem do sistema de EDR, no qual são colocadas a membrana e o separador de forma unitária. Já na solicitação de patente atual a membrana e o separador são confeccionados acoplados, o que diminui o tempo de montagem do sistema e pode evitar possíveis erros de montagem do sistema.

[13] O documento de patente nº US7138045 – “*Multipath Split cell spacer and electro dialysis stack design*” apresenta um método e aparelho de eletrodialise composto por uma fonte de fluido concentrado, uma fonte de fluido diluído, um coletor de fluido concentrado tratado, um coletor de fluido diluído, um cátodo e um ânodo. Os espaçadores são dispostos de forma a intercalar-se com as membranas formando assim um conjunto de células capazes de fornecerem uma ligação entre os fluidos eletricamente condutora entre ânodo e cátodo. Tais células podem ser empilhadas em série ou paralelo. Também nesta patente a membrana e o separador não são confeccionados acoplados, como na presente invenção.

[14] O documento de patente TW201534385 – “*Modular Stack Design*”, trata do design de um stack modular para ser utilizado na montagem de *stacks* de eletrodialise ou outro dispositivo elétrico de separação por membranas. O design

modular do *stack*, permite a retirada de um módulo de membranas e separadores para reparo, por exemplo. Há mecanismos de compressão adequados para a correta selagem do *stack*. Já a patente objeto desta solicitação, trata da produção de conjuntos separador/membrana catiônica e separador/membrana aniônica para sistemas de eletrodialise, com o intuito de produção destes conjuntos observando-se os fluxos de diluído e concentrado no *stack*, para que seja reduzida significativamente a possibilidade de erros na montagem do *stack*, já que o empilhamento deve ocorrer de tal forma que os fluxos de íons e os fluxos de soluções estejam de acordo com a necessidade do sistema. Durante esta montagem, devido à complexidade do sistema podem ocorrer erros de montagem que podem não ser percebidos e assim reduzir a eficiência do processo. Assim, produzindo-se os conjuntos conforme proposto no presente documento, diminuem-se consideravelmente os problemas ligados à montagem do sistema, já que somente precisará ser observado o intercalar do conjunto aniônico com o catiônico e ainda se reduz significativamente o tempo de montagem do sistema.

[15] Menciona-se ainda, o documento de patente KR101394081 – “IMPROVED REVERSE ELECTRODIALYSIS ELECTRIC GENERATING DEVICE”, que se refere ao aumento da eficiência elétrica de sistema de eletrodialise, utilizando espaçadores instalados entre o eletrodo e as membranas íon-seletivas. Sendo este espaçador instalado junto ao eletrodo revestido de platina. A patente americana US3878086 – “ELECTRODIALYSIS STACK AND SPACER FOR USE THEREIN”, que trata de um método montagem de um *stack* de eletrodialise e de um separador para este *stack*, mas ainda como sendo dois componentes. Contudo, tais tecnologias não estão diretamente relacionadas ao objeto de proteção da presente invenção, a qual trata da produção de conjuntos separador/membrana catiônica e separador/membrana aniônica para sistemas de eletrodialise.

[16] A patente japonesa JPS6265709 – “SPACER FOR ELECTRODIALYSIS AND ITS PRODUCTION” trata da produção de separador para sistema de eletrodialise, resistente à deformação devida a longos períodos de operação e a

exposição à temperatura. A patente trata dos materiais utilizados para a produção, os equipamentos, as etapas e o design da peça. Já a patente objeto desta solicitação, trata da produção de conjuntos separador/membrana catiônica e separador/membrana aniônica para sistemas de eletrodialise, com o intuito de produção destes conjuntos observando-se os fluxos de diluído e concentrado no *stack*, para que seja reduzida significativamente a possibilidade de erros na montagem do *stack*, já que o empilhamento deve ocorrer de tal forma que os fluxos de íons e os fluxos de soluções estejam de acordo com a necessidade do sistema.

[17] O documento de patente DE4447249 trata de um sistema para melhor operação de membranas de eletrodialise e a vedação do *stack*. A patente trata de um sistema que contempla um pré-tratamento utilizando a filtração para a remoção de contaminantes inorgânicos, operação de adsorção para a remoção de contaminantes orgânicos e operação de remoção de íons, utilizando um sistema de eletrodialise. Já a patente objeto desta solicitação, trata da produção de conjuntos separador/membrana catiônica e separador/membrana aniônica para sistemas de EDR, com o intuito de produção destes conjuntos para que seja reduzida significativamente a possibilidade de erros na montagem do *stack*, já que o empilhamento deve ocorrer de tal forma que os fluxos das soluções estejam de acordo com a necessidade do sistema.

[18] Por fim, a patente WO0645176 –“ *Íon selective membrane spacer assembly*” propõe um conjunto separador/membrana íon seletiva, para utilização em diálise, eletrodialise e eletrólise. Dita membrana é obtida pela modificação química de um polímero orgânico por grupos aniônicos e catiônicos, portanto é uma membrana homogênea, já que é obtida por funcionalização do polímero. Já a patente objeto desta solicitação, trata da confecção de conjuntos separador/membrana catiônica e separador/membrana aniônica para sistemas de eletrodialise, não se tratando da obtenção de membranas íon-seletivas e sim do acoplamento das membranas com o separador. Outra diferença dá-se pelo material do separador de fluxo, que para a patente objeto da solicitação é fabricado junto a membrana, porém o

separador não possui a funcionalidade de ser íon-seletivo, pois sobre a membrana é construído o dispositivo separador, contendo as bordas de material polimérico para vedação do *stack* e para ordenação dos fluxos. E no interior do separador há uma tela polimérica para gerar turbulência durante a passagem dos líquidos.

[19] Com isso, após estabelecer o estado atual da técnica verifica-se que a partir do inconveniente existente nos conjuntos separadores e membranas descritos acima no estado da técnica, geralmente esses sistemas apresentam uma possibilidade de erro na montagem e empilhamento. Assim, é visível a existência de uma lacuna na utilização de um conjunto que evite os problemas no momento da montagem dos equipamentos de EDR, a partir da união das membranas com o devido separador antes da montagem final do conjunto. Além disso, se desconhece do estado da técnica um conjunto de separador e membranas, unidos de maneira a formar uma única peça.

#### **Novidades e objetivos da invenção**

[20] A presente solução visa sanar os atuais inconvenientes existentes no estado atual da técnica de EDR e apresentar o separador de fluxo do sistema de EDR acoplado com a membrana catiônica e outro conjunto separador/membrana aniônica. A invenção propõe acoplar as membranas íon seletivas com os separadores de fluxo que são utilizados em equipamentos de eletrodialise (EDR) para a utilização em sistemas de tratamento de águas e efluentes industriais e urbanos. Esta invenção possibilita uma maior rapidez na montagem do equipamento, bem como auxilia a evitar os erros de montagem.

[21] A inovação proposta na presente invenção acopla as membranas íon-seletivas e separadores de fluxo de forma a fazer um componente único. Assim o design para o conjunto separador/membrana catiônica é diferente do design do conjunto separador/membrana aniônica, de acordo com a forma como será montado o empilhamento. Sendo assim, os problemas e erros ligados à montagem e empilhamento dos componentes, são eliminados devido à disposição da intercalação dos conjuntos.

### **Descrição dos desenhos anexos**

[22] A fim de que a presente invenção seja plenamente compreendida e levada à prática por qualquer técnico desde setor tecnológico, a mesma será descrita de forma clara, concisa e suficiente, tendo como base os desenhos anexos, que a ilustram e subsidiam abaixo listados:

[23] **Figura 1** representa o esquema de montagem do conjunto separador/membrana aniônica.

[24] **Figura 2** representa o esquema de montagem de conjunto separador/membrana catiônica.

[25] **Figura 3** representa o esquema de empilhamento dos conjuntos separador/membrana aniônica e separador/membrana catiônica em um sistema de eletrodialise (EDR).

[26] **Figura 4** representa o detalhe de saída e distribuição dos fluxos no empilhamento dos conjuntos separador/membrana aniônica e separador/membrana catiônica em um sistema de eletrodialise, obtendo-se o fluxo da solução diluída e da solução concentrada.

### **Descrição detalhada da invenção**

[27] A invenção proposta, trata de um avanço tecnológico para a montagem de sistemas de eletrodialise, mais especificamente da célula de eletrodialise, conhecida como *stack*, que é formada basicamente por um conjunto de membranas aniônicas e catiônicas. Ditas membranas são organizadas alternadamente entre dois eletrodos, um ânodo (polo positivo) e um cátodo (polo negativo), separadas por espaçadores (separadores de fluxo), formando compartimentos individuais nos quais as soluções (diluídas e concentradas) possam circular.

[28] A presente invenção trata de conjuntos entre membranas íon-seletivas e separadores de fluxo, denominados de “conjunto separador/membrana aniônica” (A), representado na Figura 1 e conjunto “separador/membrana catiônica” (B), representado na Figura 2. Com a utilização destes conjuntos em substituição aos componentes tradicionais, membranas e separadores individuais, nesta proposta

o *stack* passa a conter somente dois componentes, assim facilitando o processo de montagem.

[29] Além do aumento da produtividade no momento da montagem do *stack*, diminuem-se consideravelmente os problemas ligados à erros da montagem do sistema, já que somente precisará ser observado o intercalar do conjunto aniônico com o catiônico, existindo somente duas variáveis. Na forma tradicional, há quatro variáveis a serem observadas: o posicionamento das membranas catiônicas, o posicionamento das membranas aniônicas, o intercalamento correto entre as referidas membranas, e o direcionamento do fluxo determinado por cada espaçador. Para tanto, o ponto chave dos conjuntos propostos, está no fato de considerar-se no momento da produção dos conjuntos aniônico (A) e catiônico (B), os fluxos de íons que atravessam as membranas e os fluxos de soluções determinados pelos canais formados, para que ao final do processo de eletrodialise, obtenha-se um fluxo de solução diluída e da solução concentrada.

[30] A obtenção do conjunto separador/membrana aniônica (A) ocorre em três etapas, estas podem ser observadas na Figura 2. Na Figura 1, observa-se a ilustração de uma membrana aniônica (2) e um separador de fluxo (1), sendo que estes possuem as mesmas dimensões externas, diâmetro e localização dos quatro orifícios. O separador (1) está em uma posição, onde verifica-se que, da esquerda para a direita, os orifícios de número 5 e 7, são os únicos onde há possibilidade de fluxo de solução entre estes, nesta superfície das membranas aniônicas.

[31] Primeiramente, realiza-se a sobreposição do separador de fluxo (1) à membrana aniônica (2), observando-se a posição dos orifícios que possibilitam o fluxo de solução, para que no conjunto aniônico (A) estes estejam na esquerda, quando visualizado o conjunto como na Figura 1. Após a sobreposição, é realizado o processo para a união do conjunto separador/membrana aniônica, que pode ser realizado utilizando-se adesivos, sistemas de prensagem, sistemas de ultrassom, ou qualquer outra técnica para proporcionar uma adesão entre as bordas do separador de fluxo (1) - parte com tom acinzentado característico no esquema do

separador de fluxo - e a membrana aniônica (2). Após o processamento adequado para cada tipo de membrana e separador de fluxo, obtêm-se o conjunto final, separador/membrana aniônica (A) devidamente unido, com a direção dos fluxos correta para este conjunto.

[32] A obtenção do conjunto separador/membrana catiônica (B), apresentado na Figura 3, assim como para o conjunto aniônico também ocorre a partir das mesmas etapas, conforme observado na Figura 4. Observa-se que o processo de montagem é realizado de maneira análoga ao conjunto aniônico (A), porém deve-se observar que os canais onde há possibilidade de fluxo sobre a membrana catiônica são os canais inversos à membrana aniônica.

[33] Na Figura 3, observa-se a ilustração de uma membrana catiônica (4) e um separador de fluxo (3), sendo que estes possuem as mesmas dimensões externas, diâmetro e localização dos quatro orifícios. O separador (3) está em uma posição, onde verifica-se que, da esquerda para a direita, os orifícios de número 6 e 8, são os únicos onde há possibilidade de fluxo de solução, nesta superfície das membranas catiônicas.

[34] A partir disso, é realizada a sobreposição do separador de fluxo (3), à membrana catiônica (4), observando-se a posição dos orifícios que possibilitam o fluxo de solução, para que no conjunto catiônico, estes estejam na direita, quando visualizado o conjunto conforme a Figura 4. Em seguida, ocorre a obtenção do conjunto separador/membrana catiônica, que pode ser realizado utilizando-se adesivos, sistemas de prensagem, sistemas de ultrassom, ou qualquer outra técnica para que exista uma adesão entre as bordas do separador de fluxo (3) - parte com tom acinzentado característico no esquema do separador de fluxo - e a membrana catiônica (4). Após o processamento adequado para cada tipo de membrana e separador de fluxo, obtêm-se o conjunto final do conjunto separador/membrana catiônica (B) devidamente unido, com a direção dos fluxos correta para este conjunto.

[35] Na Figura 5 apresenta-se a vista expandida do esquema de empilhamento dos conjuntos separador/membrana aniônica (A) e separador/membrana

catiônica (B) em um sistema de eletrodialise. Em um *stack* de eletrodialise (EDR) realiza-se o empilhamento de centenas de membranas e separadores. Neste esquema, pode ser observado o empilhamento de conjuntos separador/membrana aniônica (A) e conjuntos separador/membrana catiônica (B) intercalados. Observando-se os fluxos, têm-se que dois dos orifícios de cada conjunto, compreendem a alimentação do sistema, indicado por setas que indicam esta entrada. Porém, em cada conjunto, somente um destes dois orifícios de alimentação, permite a entrada do fluxo de alimentação em cada canal formado por cada conjunto separador/membrana, conforme Figura 5.

[36] Quando se observa os fluxos da solução diluída e concentrada, novamente verifica-se o intercalar destes fluxos, que ocorrem de maneira simultânea ao intercalar dos conjuntos aniônico e catiônico (A)(B). Ainda na Figura 5, observa-se que há um intercalar das saídas dos fluxos dos canais formados entre as membranas, alternando-se entre o fluxo de produto e fluxo de rejeito, indicado por setas. Desta forma, quando da montagem do *stack* de eletrodialise intercalando os conjuntos aniônico e catiônico (A)(B) em todo o empilhamento, têm-se um aumento da eficiência de montagem, reduzindo consideravelmente o tempo e a complexidade para a montagem do *stack* de eletrodialise.

[37] É importante salientar que as figuras e descrição realizadas não possuem o condão de limitar as formas de execução do conceito inventivo ora proposto, mas sim de ilustrar e tornar compreensíveis as inovações conceituais reveladas nesta solução. Desse modo, as descrições e imagens devem ser interpretadas de forma ilustrativa e não limitativa, podendo existir outras formas equivalentes ou análogas de implementação do conceito inventivo ora revelado e que não fujam do espectro de proteção delineado na solução proposta.

[38] Tratou-se no presente relatório descritivo de conjuntos de separador/membrana íon seletiva, divididos em conjunto separador/membrana aniônica e conjunto separador/membrana catiônica destinados ao processo de eletrodialise e seu processo de montagem, dotado de novidade, atividade inventiva, suficiência descritiva, aplicação industrial e, conseqüentemente,

revestido de todos os requisitos essenciais para a concessão do privilégio pleiteado.

## REIVINDICAÇÕES

**1 - CONJUNTO DE SEPARADOR E MEMBRANA PARA EQUIPAMENTOS DE ELETRODIÁLISE** composto de separador de fluxo dotados de orifícios, membrana catiônica e membrana aniônica **caracterizado por** compreender conjunto (A) de separador de fluxo (1) unido à membrana aniônica (2) e conjunto (B) de separador de fluxo (3) unido à membrana catiônica (4).

**2 - CONJUNTO DE SEPARADOR E MEMBRANA PARA EQUIPAMENTOS DE ELETRODIÁLISE**, de acordo com a reivindicação 1, e ainda **caracterizado pelos** separadores de fluxo (1)(3) e as membranas aniônicas (2) e catiônicas (4) apresentarem as mesmas dimensões externas, diâmetro e localização de orifícios.

**3 - CONJUNTO DE SEPARADOR E MEMBRANA PARA EQUIPAMENTOS DE ELETRODIÁLISE**, de acordo com as reivindicações 1 e 2, e ainda **caracterizado pelo** separador de fluxo (1) unido à membrana aniônica (2) apresentar fluxo de rejeito pelo orifício (5) e fluxo de alimentação pelo orifício (7).

**4 - CONJUNTO DE SEPARADOR E MEMBRANA PARA EQUIPAMENTOS DE ELETRODIÁLISE**, de acordo com as reivindicações 1 e 2, e ainda **caracterizado pelo** separador de fluxo (3) unido à membrana catiônica (4) apresentar fluxo de produto pelo orifício (6) e fluxo de alimentação pelo orifício (8).

**5 - CONJUNTO DE SEPARADOR E MEMBRANA PARA EQUIPAMENTOS DE ELETRODIÁLISE**, de acordo com a reivindicação 1, e ainda **caracterizado pela** união dos separadores de fluxo (1)(3) às membranas (2)(4) através de adesivos, sistemas de prensagem ou sistemas de ultrassom.

**6 - CONJUNTO DE SEPARADOR E MEMBRANA PARA EQUIPAMENTOS DE ELETRODIÁLISE**, de acordo com a reivindicação 1, e ainda **caracterizado pelos** conjuntos (A)(B) serem montados alternadamente em equipamento para eletrodiálise.

**7 - PROCESSO DE MONTAGEM DE CONJUNTO DE SEPARADOR E MEMBRANA PARA EQUIPAMENTO PARA ELETRODIÁLISE** **caracterizado por** compreender as seguintes etapas:

- a) Realizar a sobreposição do separador de fluxo (1) à membrana aniônica (2);
- b) Unir separador de fluxo (1) à membrana aniônica (2);
- c) Realizar a sobreposição do separador de fluxo (3) à membrana catiônica (4);
- d) Unir separador de fluxo (3) à membrana aniônica (4);
- e) Montar conjunto no equipamento para eletrodialise alternando o conjunto de separador/membrana aniônica (A) e conjunto separador/membrana catiônica (B).

**8 - PROCESSO DE MONTAGEM DE CONJUNTO DE SEPARADOR E MEMBRANA PARA EQUIPAMENTO PARA ELETRODIÁLISE**, de acordo com a reivindicação 7, e ainda **caracterizado pelas** etapas “c” e “d” ocorrerem, opcionalmente, anterior ou paralelamente às etapas “a” e “b”.

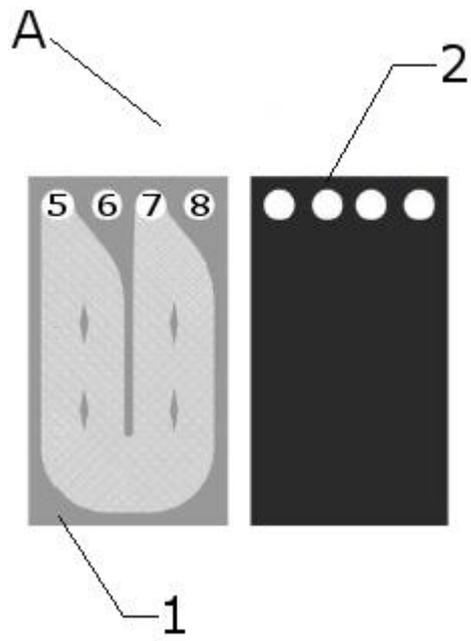


Fig. 1

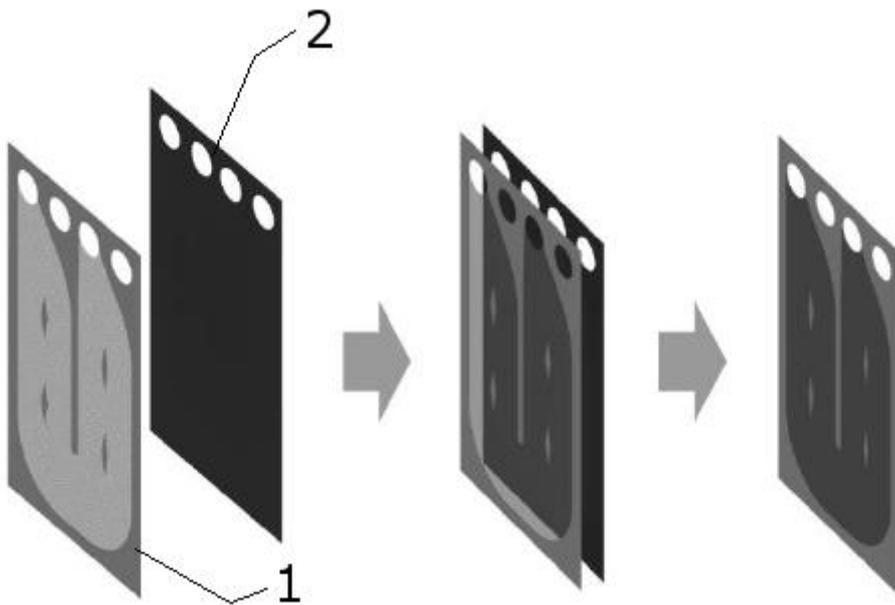


Fig. 2

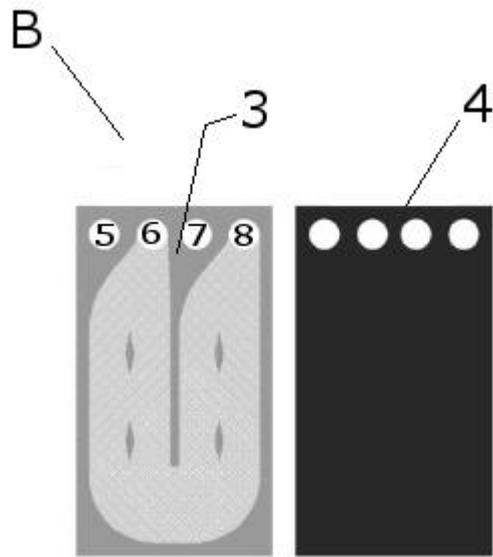


Fig. 3

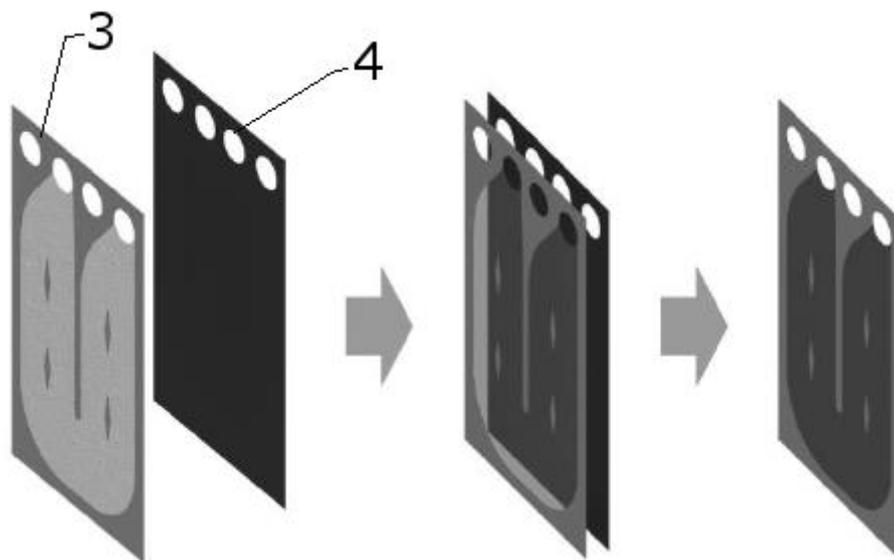


Fig. 4

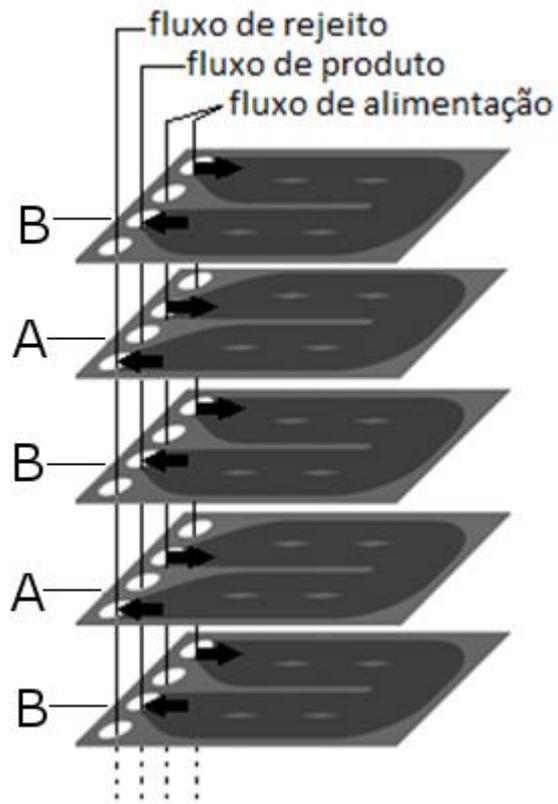


Fig. 5

**RESUMO**

**CONJUNTO SEPARADOR/MEMBRANA PARA EQUIPAMENTOS DE  
ELETRODIÁLISE E SEU PROCESSO DE MONTAGEM**

A presente invenção pertence ao setor tecnológico de tratamento de efluentes, e refere-se, mais especificamente, a uma nova forma de produção e montagem de conjunto de membranas/separadores de fluxo (A)(B) a serem utilizados nos equipamentos de eletrodiálise (EDR). Com o objetivo de sanar os inconvenientes no estado atual da técnica, o invento proposto apresenta um conjunto do separador de fluxo conectado à membrana catiônica (B) e outro conjunto separador/membrana aniônica (A). A invenção propõe acoplar as membranas íon-seletivas com os separadores de fluxo que são empregados em equipamentos de EDR para a utilização em sistemas de tratamento de águas e efluentes industriais e urbanos, possibilitando a montagem rápida e segura do equipamento. Destarte, a invenção proposta trata de um avanço tecnológico para a montagem de sistemas de eletrodiálise, mais especificamente da célula de eletrodiálise, conhecida como *stack*, que é formada basicamente por um conjunto de membranas aniônicas e catiônicas organizadas alternadamente entre dois eletrodos, separadas por espaçadores (separadores de fluxo), formando compartimentos individuais nos quais as soluções (diluídas e concentradas) possam circular.