

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

(21) **PI0802871-0 A2**



\* B R P I 0 8 0 2 8 7 1 A 2 \*

(22) Data de Depósito: 01/07/2008  
(43) Data da Publicação: 09/03/2010  
(RPI 2044)

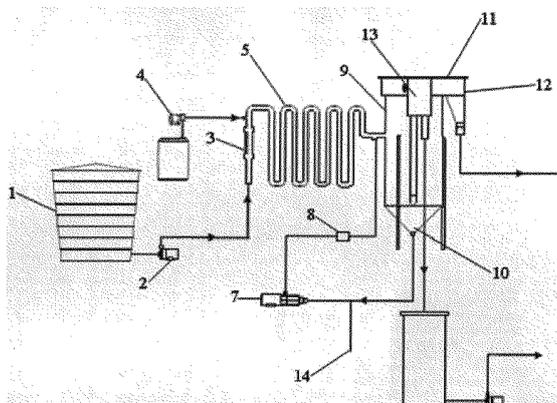
(51) *Int.Cl.:*  
C02F 1/24 (2010.01)  
C02F 1/52 (2010.01)  
C02F 1/40 (2010.01)

(54) Título: **EQUIPAMENTO E PROCESSO DE RECICLAGEM DE ÁGUA POR FLOCULAÇÃO-FLOTAÇÃO AVANÇADA E APARATO DE FLOTAÇÃO**

(73) Titular(es): Universidade Federal do Rio Grande do Sul

(72) Inventor(es): Jorge Rubio Rojas, Rafael Newton Zaneti

(57) Resumo: EQUIPAMENTO E PROCESSO DE RECICLAGEM DE ÁGUA POR FLOCULAÇÃO FLOTAÇÃO AVANÇADA E APARATO DE FLOTAÇÃO. A presente patente se refere a um equipamento para reciclagem de água que utiliza o processo de floculação-flotação avançada. Com uso destinado à postos de lavagem de veículos e outros processos que produzam efluentes (contendo óleos, graxas, sólidos em suspensão, metais, colóides e fibras), ao qual foi dada original construção com vistas a possibilitar tratamento de alta eficiência em unidade bastante compacta.





### Relatório Descritivo

## EQUIPAMENTO E PROCESSO DE RECICLAGEM DE ÁGUA POR FLOCULAÇÃO-FLOTAÇÃO AVANÇADA E APARATO DE FLOTAÇÃO.

5

### Campo da Invenção

A presente patente de invenção se refere a um equipamento para reciclagem de água via processo de floculação-flotação avançado. Com uso destinado a postos de lavagem de veículos e outros processos que produzam efluentes (como óleos, graxas, sólidos em suspensão, metais, colóides e fibras), ao qual foi dada original construção com vistas a melhorar a sua utilização e eficiência em relação aos similares existentes.

### Antecedentes da Invenção

#### 15 Processo de Floculação-Flotação

O processo de floculação-flotação no tratamento para reciclagem de água de lavagem de veículos e similares é conhecido e compreende adicionar produto químico coagulante/floculante, eventualmente regulador de pH e microbolhas de ar ao líquido a ser tratado. Um reator hidráulico tubular composto de duas ou mais chicanas é utilizado como misturador rápido e, juntamente com um tanque agitado empregado como misturador lento, realiza a floculação do material em suspensão, ou seja, proporciona a formação de flocos. Em seguida, estes são injetados, em conjunto com microbolhas de ar, em dispositivo de flotação do tipo célula, que apresenta capacidade de tratamento de aproximadamente  $9 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ . Os flocos e as microbolhas de ar ingressam na base do dispositivo de flotação em uma câmara projetada para possibilitar o contato microbolhas/flocos (zona de contato). Após colidirem, os agregados microbolhas/flocos, por apresentarem densidade aparente menor que a água, flutuam até a interface líquida no topo do dispositivo de flotação. A célula de flotação é dotada de um mecanismo para raspagem do material flotado, o qual é descarregado em calha de coleta instalada na extremidade

superior oposta a da entrada da corrente líquida. As bolhas são geradas por despressurização de uma corrente líquida pré-saturado com ar em dispositivo de constrição de fluxo (do tipo válvula agulha). Utiliza-se uma bomba centrífuga de multiestágio para a pré-saturação desta corrente líquida, a qual é uma  
5 fração da água tratada pelo processo (aproximadamente 20 %). O ar é injetado no ramal de sucção da bomba centrífuga multiestágio, que, desta forma, trabalha como bomba multifásica líquido/ar.

Ao menos uma etapa complementar ao processo é obrigatória, a filtração em leito fixo de areia. Ainda, filtração em leito de carvão ativado pode  
10 ser indicada, a fim de remover substâncias causadoras de odor principalmente. Também antiespumante pode ser dosado na etapa inicial do tratamento, com vistas a controlar a geração de espuma pelo sistema.

#### Dispositivos ou Aparatos de flotação

Devido à larga utilização destes equipamentos recicladores de água por  
15 floculação e flotação, os dispositivos de flotação do tipo célula podem ser vinculados a alguns inconvenientes, por exemplo, a necessidade de área em planta, que é vinculada a capacidade de tratamento em metros cúbicos de líquido por metro quadrado de área em planta por tempo.

Os dispositivos de flotação do tipo célula apresentam a necessidade de  
20 zona de contato bolha/partícula (flocos), o que além de exigir área em planta, impõem uma geometria interna não ideal ao tanque, quanto a hidrodinâmica.

Outro problema dos dispositivos de flotação de célula é a pequena relação diâmetro/altura.

Ainda, outro problema é a tecnologia construtiva dos dispositivos de  
25 flotação de célula, os quais têm sido confeccionados em metal, exigindo pintura anticorrosiva e, assim, representando de 20 a 70 % do custo de construção do equipamento reciclador de água.

A presente patente de invenção refere-se também a um dispositivo de flotação compreendendo elementos direcionadores de fluxo.

30 No âmbito patentário, alguns documentos descrevem equipamentos compreendendo dispositivos de flotação para tratamento de água.

O documento US 5,814,228 descreve um aparato de flotação compreendendo uma coluna de flotação vertical, bolhas de ar que vão sendo inseridas na parte inferior dessa coluna e um sistema de borrifação na parte inferior da coluna. Esse aparato recebe o material floculado e, através da borrifação, realiza a flotação do material.

A presente invenção difere desse documento pelo sistema de injeção de bolhas não ser por borrifação e encontrar-se na parte superior da coluna. Além disso, o dispositivo da presente invenção adicionalmente compreende direcionadores de fluxo, a fim de controlar a turbulência do material flotado.

O documento WO 06/081611 descreve um dispositivo de flotação em coluna compreendendo um local de entrada do fluxo gaseificado e um tubo concêntrico radial de manipulação do fluxo. Esse tubo, que recebe as partículas em suspensão gaseificadas, serve para diminuir a turbulência do fluxo na coluna.

A presente invenção difere desse documento pela diminuição da turbulência não ser realizada por um tubo concêntrico radial, mas, sim, por dispositivos direcionadores de fluxo dispostos paralelamente na parede da coluna.

O documento US 04/397741 descreve um dispositivo de flotação em coluna. Após a entrada do fluxo na parte superior da coluna, o mesmo segue em um turbilhão direcionado por um dispositivo cilíndrico. As microbolhas são inseridas na parte lateral da coluna e passam através de uma parede porosa ao centro da mesma.

A presente invenção difere desse documento por não utilizar nenhum mecanismo de centrifugação para realizar a flotação.

O documento WO 01/60523 descreve um aparato para flotação. Nele, as partículas pequenas são previamente separadas das partículas maiores e ambas são introduzidas no flotador em canais separados. As partículas maiores são diretamente introduzidas sobre o material flotado a ser descartado, enquanto as partículas menores são introduzidas na coluna contendo bolhas.

A presente invenção difere desse documento por não necessitar da separação prévia das partículas por tamanho, não havendo canais separados para os fluxos contendo partículas de diferentes tamanhos.

5 O documento US 6,793,079 descreve um processo de separação compreendendo um dispositivo de flotação no qual há um tubo concêntrico axial (agitador), do qual saem as bolhas de ar para a flotação.

A presente invenção difere desse documento por não necessitar de um agitador concêntrico axial e pelas bolhas de ar não serem inseridas por nenhum dispositivo dentro da coluna.

10 Portanto, não foram encontrados documentos identificando e/ou sugerindo os objetos da presente invenção.

#### **Objetos da Invenção**

15 É objeto da presente invenção o processo de floculação-flotação avançado compreendendo as etapas de:

- a) geração de flocos;
- b) geração de microbolhas;
- c) separação sólido/liquido utilizando o aparato de flotação do tipo coluna.

20 Em uma realização preferencial, a etapa de geração de flocos compreende pelo menos um reator hidráulico em linha em uma única unidade.

Em uma realização preferencial, a etapa de geração de microbolhas compreendem pelo menos uma bomba centrífuga.

25 É um objeto adicional da presente invenção o aparato de flotação do tipo coluna compreendendo:

- a) alimentação concêntrica axial;
- b) direcionadores de fluxo;

Em uma realização preferencial, o aparato possui alimentação concêntrica axial a dois terços da base do dispositivo de flotação.

30 Em uma realização preferencial, o aparato possui alimentação concêntrica axial permitindo a entrada do líquido floculado.

Em uma realização preferencial, o aparato possui direcionadores de fluxo na entrada do líquido/flocos e na saída da corrente de líquido tratado.

Em uma realização preferencial, o aparato possui direcionadores de fluxo compreendendo 11 elementos dispostos paralelamente.

5 Em uma realização preferencial, o aparato possui capacidade de tratamento acima de  $18 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ .

Em uma realização preferencial, o aparato apresenta fluxo próximo ao pistão.

10 Em uma realização opcional, o aparato de flotação do tipo coluna adicionalmente compreende controlador de nível, local para transbordo de material flotado no topo do aparato, calha externa para coleta do material flotado e local para saída de líquido clarificado na base do dispositivo de flotação.

### 15 Descrição das Figuras

A Figura 1 mostra um fluxograma do equipamento, onde: (1) tanque de equalização; (2) bomba centrífuga de alimentação; (3) rotâmetro; (4) bombas dosadoras; (5) dispositivos floculadores hidráulicos; (7) bomba centrífuga para geração de microbolhas; (8) constrição de fluxo; (9) dispositivo de flotação do tipo coluna; (10) base da coluna; (11) topo da coluna; (12) calha pára coleta de material flotado; (13) dispositivo de controle de nível; (14) ramal de sucção da bomba centrífuga para geração de bolhas.

25 A figura 2 mostra o aparato de flotação do tipo coluna em corte, onde: (10) base da coluna; (11) topo da coluna; (12) calha de coleta de material flotado; (15) indicação do diâmetro do dispositivo; (16) indicação da altura do dispositivo; (17) tubo concêntrico axial com extremidade livre voltada para o topo; (18) elementos direcionadores de fluxos.

30 A Figura 3 apresenta dados referentes à qualidade da água de lavagem de veículos pós-tratamento, utilizando o processo de floculação-flotação avançado com diferentes cargas hidráulicas no dispositivo de flotação do tipo coluna e mostra que este pode ser operado com no mínimo  $18 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ . Os

parâmetros turbidez e sólidos suspensos apresentados são diretamente vinculados à clarificação da água.

### **Descrição Detalhada da Invenção**

5 Os exemplos aqui mostrados têm o intuito somente de exemplificar, contudo sem limitar, o escopo da invenção.

De conformidade com o que ilustram as figuras acima relacionadas, o modelo de equipamento reciclador de água, objeto desta patente, consiste no armazenamento e equalização do líquido a ser tratado em tanque (1), o qual é  
10 recalcado através do equipamento reciclador por bomba centrífuga (2) e têm sua vazão mensurada por rotâmetro (3), a injeção de reativos químicos em linha com uso de bombas dosadoras (4) é anterior a floculação hidráulica (5) e (6), que pode possuir diferente geometria (helicoidal ou chicanada) e características hidráulicas (tempo de retenção e volume) dependendo dos  
15 reagentes utilizados e do fluido a ser tratado, a injeção das bolhas, geradas em corrente de reciclo com auxílio de bomba centrífuga (7), a qual recebe ar no seu ramal de sucção (14), e despressurização em constricção de fluxo (8), é realizada ainda na tubulação e tempo de contato bolhas/partícula é disponibilizado previamente a entrada do fluxo no dispositivo de flotação (9),  
20 sendo assim, não é necessária zona de contato no interior do dispositivo.

#### **Aparato de flotação**

O aparato de flotação em coluna da presente invenção compreende: a) alimentação concêntrica axial (17) disposta verticalmente e com extremidade livre voltada para cima para entrada do líquido floculado; b) direcionadores de  
25 fluxo radiais (18) compreendendo placas paralelas verticais dispostas axialmente e com espaçamento fixo e c) controlador de nível (13). Na presente invenção, o dispositivo de flotação é do tipo coluna, que apresentando alta relação diâmetro (15) / altura (16), possui fluxo próximo ao do tipo pistão, condição hidrodinâmica ideal para dispositivos de separação sólido/líquido e  
30 que possibilita altas taxas de carga hidráulica, por exemplo acima de  $18 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  (Figura 3) no tratamento de água, com elevada clarificação da água, ou

seja, remoção de sólidos suspensos e diminuição de turbidez. A mistura líquido/flocos ingressa a dois terços da base em tubo concêntrico axial disposto verticalmente e com extremidade livre voltada para o topo (17). São previstos dois elementos direcionadores de fluxos de placas paralelas verticais, com elementos dispostos axialmente e com espaçamento fixo (18). Os agregados bolhas/flocos são recolhidos em uma calha externa à coluna (12) dita calha no topo da coluna (11) e a corrente de fluido clarificado é coletada na base da coluna (10), um dispositivo de controle de nível (13) por vasos comunicantes regula o volume de água que extravasa no topo da coluna (11) e é coletado na calha externa (12).

O lodo, material flotado, deve ser desaguado em dispositivo devidamente projetado e encaminhado para disposição final.

A água clarificada, produto do processo/equipamento objeto da presente patente, pode ser reutilizada diretamente, entretanto é indicada filtração em areia. Ainda, pode-se realizar polimento do líquido clarificado com outros processos de tratamento de efluentes, como filtração em leito de carvão ativado, nanofiltração ou até mesmo osmose reversa.

A reciclagem de água em processos comerciais e industriais não é contemplada com normas. Desta forma, a qualidade que a água de reúso deve atingir é função do processo em que esta sendo reciclada. Ainda, riscos de infecção biológica devem ser avaliados.

**Reivindicações**

**EQUIPAMENTO E PROCESSO DE RECICLAGEM DE ÁGUA POR FLOCULAÇÃO-  
FLOTAÇÃO AVANÇADA E APARATO DE FLOTAÇÃO.**

1. Processo de tratamento para reciclagem de água caracterizado por compreender as etapas de:

- a) geração de flocos;
- b) geração de microbolhas;
- c) separação sólido/liquido utilizando o aparato de flotação do tipo coluna.

2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela água reciclada ser utilizada na lavagem de veículos e outros processos de lavagem assim como efluentes contendo fibras, matéria orgânica, areias, íons metálicos, resíduos de reagentes químicos e/ou a combinação dos mesmos.

3. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela etapa de geração de flocos compreender pelo menos um reator hidráulico em linha em uma única unidade.

4. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pela etapa de geração de microbolhas compreender o uso de bomba centrífuga.

5. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo aparato de flotação compreender:

- a) meios de alimentação concêntrica axial do aparato;
- b) meios de direcionamento do fluxo;

6. Processo, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo aparato de flotação compreender alimentação concêntrica axial a dois terços da base do aparato de flotação.

7. Processo, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo aparato de flotação compreender alimentação concêntrica axial permitindo a entrada do líquido floculado.

8. Processo, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo aparato de flotação compreender direcionadores de fluxo na entrada do líquido/flocos e na saída da corrente de líquido tratado.

9. Processo, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo aparato de flotação compreender direcionadores de fluxo dispostos paralelamente e com espaçamento fixo.

10. Processo, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo aparato de flotação apresentar alta capacidade de tratamento, maior que  $18 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ .

11. Processo, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo aparato de flotação compreender fluxo próximo ao tipo pistão.

12. Processo, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo aparato de flotação adicionalmente compreender controlador de nível, local de transbordo de material flotado no topo do aparato, calha externa para coleta do material flotado e local de saída de líquido clarificado na base do aparato de flotação.

13. Aparato de flotação do tipo coluna caracterizado por compreender:

- a) meios de alimentação concêntrica axial do aparato;
- b) meios de direcionamento do fluxo;

14. Aparato, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado por compreender alimentação concêntrica axial a dois terços da base do aparato de flotação.

15. Aparato, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado por compreender alimentação concêntrica axial permitindo a entrada do líquido floculado.

16. Aparato, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado por compreender direcionadores de fluxo na entrada do líquido/flocos e na saída da corrente de líquido tratado.

17. Aparato, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo aparato de flotação compreender direcionadores de fluxo dispostos paralelamente e com espaçamento fixo.

18. Aparato, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo aparato de flotação apresentar alta capacidade de tratamento, maior que  $18 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ .

19. Aparato, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo aparato de flotação compreender fluxo próximo ao tipo pistão.

20. Aparato, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado por adicionalmente compreender controlador de nível, local de transbordo de material flotado no topo do aparato, calha externa para coleta do material flotado e local de saída de líquido clarificado na base do aparato de flotação.

FIGURAS

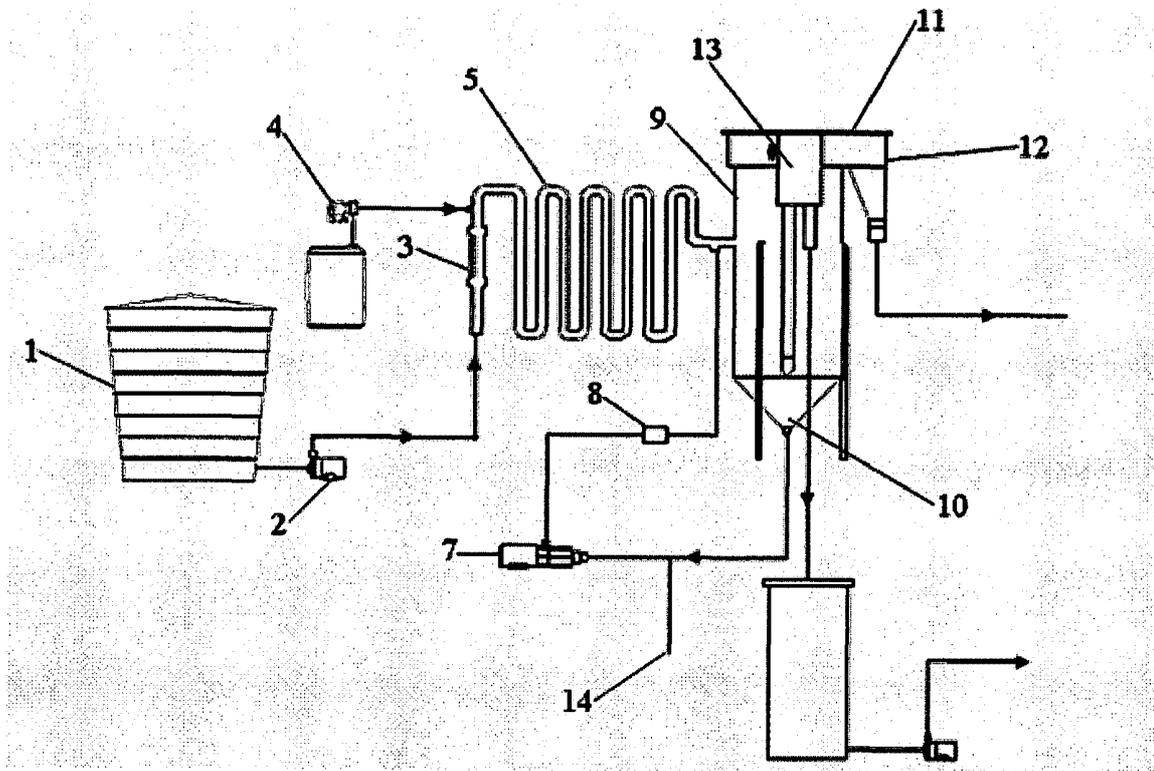


Figura 1

FIGURAS

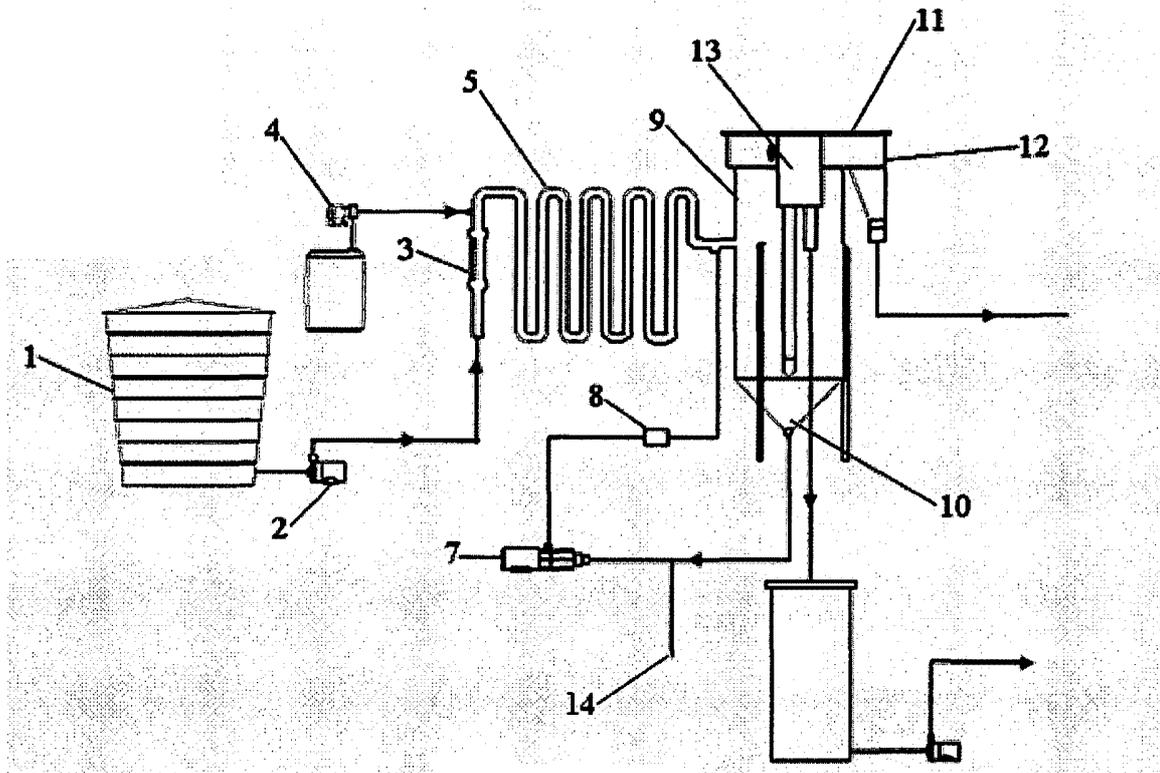


Figura 1

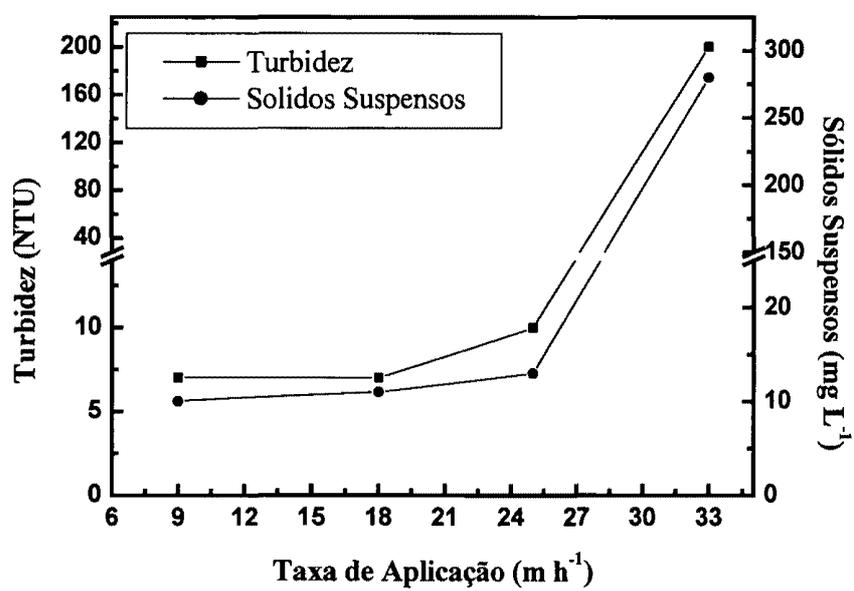


Figura 3

**Resumo****EQUIPAMENTO E PROCESSO DE RECICLAGEM DE ÁGUA POR FLOCULAÇÃO-  
FLOTAÇÃO AVANÇADA E APARATO DE FLOTAÇÃO.**

A presente patente se refere a um equipamento para reciclagem de água que utiliza o processo de floculação-flotação avançada. Com uso destinado à postos de lavagem de veículos e outros processos que produzam efluentes (contendo óleos, graxas, sólidos em suspensão, metais, colóides e fibras), ao qual foi dada original construção com vistas a possibilitar tratamento de alta eficiência em unidade bastante compacta.