



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

(21) **PI 0714384-2 A2**



(22) Data de Depósito: 30/07/2007  
(43) Data da Publicação: 24/04/2013  
(RPI 2207)

(51) *Int.Cl.:*  
E02B 3/02  
E02F 5/00  
E02F 7/00  
E02F 3/92

(54) **Título:** CÉLULA ADENSADORA SUBMERSA, SEPARADOR DE SEDIMENTO E PROCESSO DE ADENSAMENTO DE SEDIMENTOS

(30) **Prioridade Unionista:** 28/08/2006 BR PI06036392.

(73) **Titular(es):** Paulo Pavan

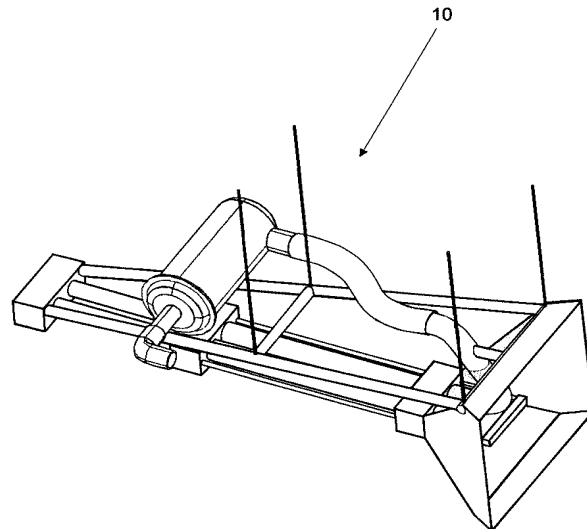
(72) **Inventor(es):** Paulo Pavan

(74) **Procurador(es):** Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) **Pedido Internacional:** PCT BR2007000192 de 30/07/2007

(87) **Publicação Internacional:** WO 2008/025106de 06/03/2008

(57) **Resumo:** CÉLULA ADENSADORA SUBMERSA, SEPARADOR DE SEDIMENTOS E PROCESSO DE ADENSAMENTO DE SEDIMENTOS. A presente invenção refere-se a um separador sedimentos/água utilizado para retirar sedimentos depositados no fundo de lagos, rios, portos, lagoas, tanques, diques, reservatórios e orla marítima. A invenção, também chamada de célula adensadora submersa, desempenha a função de retirar sedimentos em diversas profundidades e de diversos tipos variando os mesmos na sua consistência, contaminação, estratigrafia, densidade, origem, concentração, granulometria e demais aspectos de sua formação. A invenção também refere-se a um processo de adensamento de sedimentos utilizando a célula adensadora submersa e resultando, o mesmo, em um aumento de concentração de 1,5 a 3 vezes (em peso) nos sedimentos retirados, reduzindo o volume retirado, a área necessária para deposição e, conseqüentemente, diminuindo o tempo de secagem ao ar livre do sedimento.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**CÉLULA ADENSADORA SUBMERSA, SEPARADOR DE SEDIMENTOS E PROCESSO DE ADENSAMENTO DE SEDIMENTOS**".

5 A presente invenção refere-se a um separador sedimentos/água utilizado para retirar sedimentos depositados no fundo de lagos, rios, portos, lagoas, tanques, diques, reservatórios, orla marítima e estação de tratamento de efluentes, podendo ser aplicado em diversas tarefas na área ambiental, construção civil, química e outras que requerem a separação e retirada de partículas sedimentadas.

10 Estado da Técnica

Técnicas de remoção de partículas sedimentadas depositadas no fundo de reservatórios de água são, atualmente, de amplo conhecimento e uso e, por esta razão, algumas técnicas anteriores foram desenvolvidas.

15 O documento de patente *CA 2534156* descreve um aparato para remoção de sedimentos e um método para remoção de sedimentos depositados no fundo de corpos de água através de um equipamento versátil, controlável e que evita o surgimento de turbidez indesejada. Através de uma bomba de sucção e com o auxílio de ar comprimido, água e sedimento são conduzidos através de um conduto a tanques de retenção sendo então reti-  
20 radas por caminhões-tanque para posterior tratamento. O equipamento objeto do documento de patente em questão permite a remoção de sedimentos em profundidade superior a 7,62 m (25 pés).

Já o documento de patente *DE 4416591* descreve um método de saneamento de sedimentos contaminados presentes em corpos de água  
25 e um equipamento para implementação do método. Durante a operação, o equipamento descrito permanece em uma plataforma flutuante enquanto o abastecimento do sedimento de fundo é realizado com o auxílio de ar comprimido e condução até um duto principal. O sedimento é retirado através de meios mecânicos, hidráulicos ou pneumáticos e então seco e transportado  
30 para tratamento posterior. A turvação do meio externo é evitada através do uso de um material de composição leve que permanece dentro da água formando um anel protetor ao redor da área de trabalho.

O documento de patente *WO 02/057551* descreve um método de dragagem hidráulica de sedimentos localizados no fundo de mares, reservatórios de água, etc., incluindo um primeiro passo operacional onde o sedimento é sugado ou bombeado através de um duto para um segundo nível abaixo da lâmina de água, utilizado para melhorar a capacidade de sucção ou bombeamento. Neste segundo nível, o sedimento é armazenado em um *container* acessível a um equipamento mecânico localizado acima da lâmina de água, de onde é retirado por meio de bombas convencionais ou outros métodos de retirada tradicionais.

Por sua vez, o documento *US 5421105* descreve um sistema de dragagem e, mais particularmente, um sistema de dragagem em circuito fechado que circula a água removida da área de dragagem de volta ao equipamento para misturá-la com os sólidos a serem dragados, prevenindo, assim, a obstrução do equipamento. O sistema proposto permite uma dragagem contínua de sedimentos com um mínimo de distúrbio para as áreas ao redor minimizando sua influência no ecossistema.

Embora outros documentos relevantes sejam encontrados na literatura, os equipamentos bem como os métodos de remoção descritos apresentam, em comum, a necessidade de exaustivo tratamento posterior do material retirado. Esse tratamento posterior inclui a utilização de grandes áreas de secagem ou de tanques de sedimentação do material retirado, pois o material sólido precisa ser separado da fração líquida que foi conjuntamente removida.

Dentro deste contexto, situa-se a invenção objeto deste documento. O invento aqui descrito e chamado de célula adensadora submersa, desempenha a função de retirar sedimentos depositados no fundo de reservatórios de água em diversas profundidades sem provocar a turvação dos corpos de água e com a realização simultânea do adensamento do material retirado, diminuindo a necessidade de tratamentos posteriores para a separação da água dos sedimentos.

A invenção contempla um sistema de bombeamento onde, através de uma célula adensadora, ocorre o adensamento de sólidos presentes

no líquido bombeado resultando, no tanque externo, em uma mistura sólido/líquido com maior concentração de sólidos do que aquela tradicionalmente obtida. Além dessa característica, esta célula adensadora minimiza a formação de turbidez no sistema aquoso evitando, assim, danos maiores ao ecossistema.

#### Objetivos da Invenção

A presente invenção tem por objetivo uma célula adensadora submersa que visa retirar os sedimentos depositados no fundo de lagos, rios e outros corpos d'água com a prévia realização de adensamento, isto é, do aumento da concentração de tais sedimentos para, posteriormente, serem retirados do fundo de tais corpos d'água.

#### Breve Descrição da Invenção

Os objetivos da presente invenção são alcançados por uma célula adensadora submersa 10 compreendendo:

- 15 a) uma região de coleta de sedimentos 1 dotada de uma porção anterior 11 delimitada por uma área A1 e uma porção posterior 12 delimitada por uma área A2;
- b) pelo menos uma tubulação de sucção e expulsão 2 associada à porção posterior 12 da região de coleta de sedimentos 1;
- 20 c) pelo menos uma bomba de deslocamento positivo associada à tubulação de sucção e expulsão 2;
- d) uma válvula oscilatória 4 associada à tubulação de sucção e expulsão 2;
- e) uma tubulação de saída de sedimentos adensados 5,
- 25 onde:
  - a relação A1/A2 compreende um valor absoluto entre 8 e 120;
  - a porção anterior (11) da região de coleta de sedimentos apresenta uma área (A1) máxima de 50 m<sup>2</sup>;
  - a porção posterior (12) da região de coleta de sedimentos apresenta uma área (A2) máxima de 0,8 m<sup>2</sup>;
  - 30 - a porção anterior (11) e a porção posterior (12) guardam uma distância entre si de 2,0 cm a 10 m;

Também os objetivos da presente invenção são alcançados por um separador de sedimentos que compreende a célula adensadora submersa 10 acima definida.

5 Adicionalmente, os objetivos da presente invenção são alcançados por um processo de adensamento de sedimentos que utiliza a célula adensadora submersa 10 acima definida.

#### Descrição Resumida das Figuras

A presente invenção será, a seguir, mais detalhadamente descrita com base em um exemplo de execução representado nos desenhos.

10 As figuras mostram:

figura 1 - vista em perspectiva da célula adensadora submersa 10;

15 figura 2 - vista em perspectiva da região de coleta de sedimentos 1 dotada de uma porção anterior 11 delimitada por uma área A1 e uma porção posterior 12 delimitada por uma área A2;

figura 3 - vista em perspectiva da região de coleta de sedimentos 1 dotada de uma porção anterior 11 delimitada por uma área A1 em destaque e uma porção posterior 12 delimitada por uma área A2 em destaque.

20 figura 4 - vista esquemática do sistema de separação de sedimentos/água incluindo a célula adensadora submersa 10 e embarcação 80 com cabos para sustentação;

figura 5 - vista detalhada da célula adensadora submersa 10, onde observa-se o pistão hidráulico 3, a válvula oscilatória 4, tubulação de sucção e expulsão 2 e tubulação de saída de sedimentos adensados 5;

25 figura 6 – vista em perspectiva da válvula oscilatória 4 associada à tubulação de sucção e expulsão 2.

figura 7 - vista frontal da região de coleta de sedimentos 1 compreendendo um misturador rotativo 6;

30 figura 8 – vista em perspectiva do compressor de sedimentos 7 cooperando com a tubulação de saída 5 e compreendendo uma região de entrada de ar 72 e uma região de saída de água 73;

figura 9 – vista detalhada do compressor de sedimentos 7, da

tubulação de saída 5 e do cone drenante 71;

figura 10 – gráfico demonstrando o valores da concentração conforme a tabela 1.

5 figura 11 – vista em perspectiva de uma concretização preferencial da região de coleta de sedimentos 1;

figura 12 – vista em perspectiva de outra concretização preferencial da região de coleta de sedimentos 1 que utiliza uma tampa 90.

#### Descrição Detalhada da Invenção

10 A invenção descreve uma célula adensadora submersa 10, também chamada de separador de sedimentos/água que desempenha a função de retirar sedimentos depositados no fundo de reservatórios de água e/ou cursos de água de origem natural ou não. O invento pode ser utilizado para retirar sedimentos depositados no fundo de lagos, rios, portos, lagoas, tanques, diques, reservatórios, orla marítima e estação de tratamento de efluentes em diversas profundidades e de diversos tipos variando os mesmos  
15 na sua consistência, contaminação, estratigrafia, densidade, origem, concentração, granulometria e demais aspectos geológicos de sua formação.

Esta célula adensadora 10 pode retirar sedimentos sem provocar turbulência, tornando então dispensável o uso de barreiras plásticas, ensecadeiras ou corta-rios atualmente necessários para os métodos usuais  
20 de remoção. Devido a altas velocidades de dragagem e retirada de sedimentos, os métodos atuais provocam turbulência no meio aquoso ou solvente, revolvendo e dispersando os sedimentos mais finos. Se o sedimento estiver contaminado, o problema se torna insolúvel e inviável para qualquer  
25 tipo de dragagem atual, sendo a célula adensadora a única forma viável para remoção de sedimentos contaminados.

A presente invenção apresenta como vantagens o fato de que os sedimentos podem ser retirados sem que seja provocada qualquer turbulência na água ou solvente, conseqüentemente dispensando o uso de barreiras plásticas, ensecadeiras ou corta-rios atualmente necessários para os  
30 métodos mais comuns de remoção. Além disto, este processo apresenta outra vantagem, pois aumenta de 1,5 a 3 vezes a concentração (em peso)

dos sedimentos retirados, o que faz com que a secagem do sedimento ao ar livre ocorra rapidamente e não necessite de uma grande área para deposição, pois há uma grande redução do seu volume na retirada, enquanto a secagem dos sedimentos retirados pelos processos convencionais necessitam de uma grande área para deposição e longo tempo para secagem .

A célula adensadora 10, objeto da presente invenção, adensa os sedimentos submersos de fundo, separando os sólidos da água e aumentando sua concentração. O processo diminui substancialmente a água (ou qualquer outro solvente) envolvida no transporte do sedimento para sua retirada do meio. A concentração dos sedimentos depositados no fundo passam, por exemplo, de 5% em média para 10% a 15% na retirada. A célula adensadora 10 não retorna a água para o meio, sendo a secagem feita por evaporação. A secagem ao ar livre de um tipo de sedimento cujo aumento da concentração (peso) ocorre rapidamente, não necessita de grandes áreas para deposição, devido à grande redução de volume na retirada. As dragagens convencionais atuais com grandes vazões em torno de 150 m<sup>3</sup>/h têm concentração de retirada da ordem de 1% e envolvem o uso de uma grande quantidade de água para retirada dos sedimentos, obrigando sua recirculação e fazendo com que a secagem necessite de uma grande área para deposição e longo tempo para secagem (anos) .

A célula adensadora 10, devido à sua concepção, não impede que os corpos d'água (lagos, lagoas, rios, etc.) sejam utilizados durante sua operação, ou seja, quando é feita a retirada dos sedimentos. Devido ao uso de grandes quantidades de água, os métodos atuais de dragagem e remoção necessitam que haja intervenção no uso dos aquíferos temporariamente, gerando transtornos e custos adicionais

Esta célula 10 pode operar a grandes profundidades, sendo a lavra plana e com profundidade precisa. A célula adensadora 10 retira os sedimentos com profundidade de precisão. Atualmente, as dragagens derrocadoras e com grande vazão na sucção costumam fazer "cavas" (poços) sem nenhum controle e eficiência na retirada dos sedimentos de fundo.

A célula adensadora 10 objeto da presente invenção compre-

de:

a) uma região de coleta de sedimentos 1 dotada de uma porção anterior 11 delimitada por uma área A1 e uma porção posterior 12 delimitada por uma área A2;

5 b) pelo menos uma tubulação de sucção e expulsão 2 associada à porção posterior 12 da região de coleta de sedimentos 1;

c) pelo menos uma bomba de deslocamento positivo 3 associada à tubulação de sucção e expulsão 2;

10 d) uma válvula oscilatória 4 associada à tubulação de sucção e expulsão 2 e

e) uma tubulação de saída de sedimentos adensados 5, onde:

f) a relação A1/A2 compreende um valor absoluto entre 8 e 120.

g) a porção anterior (11) da região de coleta de sedimentos apresenta uma área (A1) máxima de 50 m<sup>2</sup>;

15 h) a porção posterior (12) da região de coleta de sedimentos apresenta uma área (A2) máxima de 0,8 m<sup>2</sup>;

i) a porção anterior (11) e a porção posterior (12) guardam uma distância entre si de 2,0 cm a 10 m.

20 Preferencialmente, a relação A1/A2 da célula adensadora 10 da presente invenção compreende um valor absoluto entre 8 e 15. Mais preferencialmente, a relação A1/A2 da célula adensadora é igual a 10.

25 A célula adensadora 10 da presente invenção provoca o adensamento primário, isto é, o aumento da concentração dos sedimentos finos submersos. Isto se dá devido a uma redução drástica (em torno de pelo menos, 8 vezes) de área das porções 11 e 12 da região de coleta de sedimentos 1 delimitada pelas áreas A1 e A2, conforme pode ser visto nas figuras 2 e 3, quando tais sedimentos são submetidos a uma pressão gerada pela bomba (pistão) de deslocamento positivo 3, fazendo com que os sedimentos  
30 adentrem pela porção anterior 11 da região de coleta de sedimentos 1 delimitada pela área A1 que é, pelo menos de 8 vezes maior que a área A2 que delimita a porção posterior 12 da região de coleta de sedimentos 1. A grande supressão gerada pelo carregamento em um pequeno espaço percorrido

provoca o aumento de pressão entre as partículas dos sedimentos e as paredes da célula, o que expulsa a água intersticial dos sedimentos para o meio aquoso (no caso em que a água é o meio líquido predominante).

A área A1 que delimita a porção anterior 11 da região de coleta de sedimentos 1 da célula adensadora 10 da presente invenção apresenta, preferencialmente, um valor máximo de 8 m<sup>2</sup>. Ainda mais preferencialmente, a área A1 apresenta o valor de 6 m<sup>2</sup>. Já a área A2 que delimita a porção posterior 12 da região de coleta de sedimentos 1 da célula adensadora 10 da presente invenção apresenta, preferencialmente, um valor máximo de 0,3 m<sup>2</sup>. Entretanto, a relação A1/A2 deve ser, obrigatoriamente, um valor absoluto entre 8 e 120, conforme mencionado anteriormente.

Para garantir que o adensamento primário ocorra de maneira adequada, isto é, para que uma menor quantidade de água penetre na célula adensadora 10 propriamente dita através da "parede" de material adensado, as ditas área A1 e área A2 ainda devem, preferencialmente, estar dispostas em planos paralelos e a uma distância que obedeça a seguinte fórmula:

onde:

$$d \geq C \times Q \times \left( \frac{A_1}{A_2} \right)$$

20  $d =$  distância entre as áreas [m]

$C =$  constante do material a ser adensado

$Q =$  vazão de sucção [m<sup>3</sup>/h]

$A_1 =$  área 1 - área que delimita a porção anterior 11 da região de coleta de sedimentos 1 [m<sup>2</sup>]

25  $A_2 =$  área 2 - área que delimita a porção posterior 12 da região de coleta de sedimentos 1 [m<sup>2</sup>]

e ainda:

$$Q = v \times A$$

onde:

$v =$  velocidade de sucção [m/h]

30 A constante  $C$  é um valor absoluto que varia de 0,002 a 0,004 e depende do tipo de material que será introduzido na célula adensadora. Pa-

ra a argila orgânica, o valor da constante  $C$  é aproximadamente 0,002. Para o lodo gerado em uma estação de tratamento de efluentes, o valor de  $C$  se situa ao redor de 0,003.

Na célula adensadora submersa 10 da presente invenção, a  
5 porção anterior 11 da região de coleta de sedimentos 1 e a porção posterior 12 da região de coleta de sedimentos 1 guardam, preferencialmente, uma distância entre si compreendida entre 50 cm e 1,10 m. Ainda mais preferencialmente, a distância entre a porção anterior 11 da região de coleta de sedimentos 1 e a porção posterior 12 da região de coleta de sedimentos 1 é de  
10 1,0 m.

Na célula adensadora submersa 10 da presente invenção, a mistura entre água/sedimentos é succionada através de uma bomba de deslocamento positivo 3 associada à tubulação de sucção e expulsão 2. A bomba de deslocamento positivo 3 da célula adensadora submersa 10 compreende pelo menos um pistão. Preferencialmente, a célula adensadora submersa 10 da presente invenção compreende dois pistões estando cada pistão localizado no interior de sua respectiva tubulação de sucção e expulsão 2.  
15

Em uma concretização preferida da presente invenção, os dois  
20 pistões que compõem a bomba de deslocamento positivo 3 trabalham de forma alternada, ou seja, enquanto um pistão succiona os sedimentos e os acomoda no interior da tubulação de sucção e expulsão 2, o outro pistão está realizando o movimento inverso, isto é, expulsando os sedimentos que já haviam sido succionados e ali estavam para enviá-los para o duto de saída 5 através de uma válvula oscilatória 4.  
25

A válvula oscilatória 4 liga a tubulação 2 que está impulsionando os sedimentos para a tubulação de saída de sedimentos adensados 5. Esta válvula 4 recebe o nome de válvula oscilatória pois trabalha ora interligando uma parte da tubulação de sucção e expulsão 2 à tubulação de saída 5, ora interligando a outra parte da tubulação de sucção e expulsão 2 à tubulação de saída, dependendo do movimento do pistão 3 naquele instante, conforme mostra a figura 6. Seguindo pela tubulação de saída 5, os sedimentos  
30

poderão ser dispostos às margens dos reservatórios de água. Os sedimentos adensados podem ainda, antes de serem dispostos às margens dos reservatórios, serem direcionados para um compressor de sedimentos 7.

De modo preferencial, mas não obrigatório, a célula adensadora submersa 10 pode compreender um compressor de sedimentos 7 que coopera com a tubulação de saída 5. O compressor de sedimentos aqui descrito é constituído por um cone drenante 71, uma região de entrada de ar 72 e uma região de saída de água 73.

O compressor de sedimentos 7 é responsável por uma mais efetiva separação entre os sólidos e a água e é utilizado preferencialmente para adensamento de sedimentos com densidade (absoluta) próxima à do meio em que se encontram. No caso de sedimentos misturados em água, as densidades são próximas a 1,00 kg/litro (de 1,03 a 1,10 kg/litro).

O compressor de sedimentos 7 funciona utilizando o mesmo princípio da célula adensadora 1 propriamente dita. Em outras palavras, há também uma redução drástica de diâmetro com a formação de um arco (entupimento) sobre uma membrana que é limpa intermitentemente com injeção de ar. A injeção de ar se dá intermitentemente, sendo, por exemplo, realizada por 1 segundo a cada 30 segundos. O compressor de sedimentos 7 recebe a mistura pressurizada pela bomba de deslocamento positivo 3 e também uma pressão de ar comprimido, através de uma região de entrada de ar 72, que força a expulsão da água exudante para fora do compressor 7 através da região de saída de água 73.

Determinados sedimentos, cuja densidade é muito próxima à do meio que os envolvem, necessitam de maior pressão para o seu adensamento, sendo o compressor 7 peça fundamental para a realização do processo.

A partir do compressor 7, os sedimentos são bombeados a uma vazão em torno de até 1500 m<sup>3</sup>/h para fora da célula adensadora 10 por meio de um duto 74 que os levam até as margens do rio ou lago, onde são despejados, dando início, assim, ao processo de secagem.

Como os sedimentos retirados por meio da célula adensadora

submersa 10 possuem maior concentração do que os sedimentos retirados por meio de aparatos descritos em técnicas anteriores, o seu tempo de secagem se torna reduzido.

Em uma concretização preferida da presente invenção, a célula adensadora submersa 10 apresenta, ainda, um misturador rotativo 6 adicionado para efetuar a mistura de sedimentos com estratigrafia muito variável na sua granulometria, como por exemplo uma faixa de areia limpa sedimentada sobre lodo fino. A areia tem característica drenante e, por isso, precisa ser misturada internamente na célula adensadora para que seja transportada com o lodo fino. Na verdade, sem a misturação, o lodo fino atravessa a camada de areia na sucção devido à compactação da areia. Com o misturador rotativo 6, desagrega-se a areia fazendo com que o lodo fino carregue a areia para o arco e posterior transporte pela tubulação.

O misturador rotativo 6 é formado por lamina de aço 61 dispostas radialmente e distribuídas de forma helicoidal com passo constante e formando um ângulo de  $45^\circ$  entre si, em duas metades opostas, partindo das extremidades para o centro. O sentido de rotação faz com que a mistura de areia e lodo seja transportada misturando e se acumule no centro da área de coleta (Área A1). O misturador rotativo 6 está localizado no interior da região de coleta de sedimentos 1, sendo que seu funcionamento não provoca perturbação ao meio ou gera turbidez no corpo d'água.

Junto ao misturador rotativo 6 também pode-se utilizar uma grade (não ilustrada) que tem a função de reter a entrada de objetos maiores que não o lodo, a fim de evitar danos à célula adensadora e prejudicar o seu funcionamento.

A presente invenção se refere também um separador de sedimentos, contendo uma célula adensadora submersa 10 como aquela descrita nesta invenção.

A invenção que trata este documento se refere, ainda, a um processo de adensamento de sedimentos que utiliza uma célula adensadora submersa 10 operando com uma vazão de sucção máxima de  $1500 \text{ m}^3/\text{h}$ . A célula adensadora submersa 10 compreende:

a) uma região de coleta de sedimentos 1 dotada de uma porção anterior 11 delimitada por uma área A1 e uma porção posterior 12 delimitada por uma área A2;

5 b) pelo menos uma tubulação de sucção e expulsão 2 associada a porção posterior 12 da região de coleta de sedimentos 1;

c) pelo menos uma bomba de deslocamento positivo 3 associada à tubulação de sucção e expulsão 2;

d) uma válvula oscilatória 4 associada à tubulação de sucção e expulsão 2 e

10 e) uma tubulação de saída de sedimentos adensados 5, onde:

a) a relação A1/A2 compreende um valor absoluto entre 8 e 120;

b) a porção anterior (11) da região de coleta de sedimentos apresenta uma área (A1) máxima de 50 m<sup>2</sup>;

15 c) a porção posterior (12) da região de coleta de sedimentos apresenta uma área (A2) máxima de 0,8 m<sup>2</sup>;

d) a porção anterior (11) e a porção posterior (12) guardam uma distância entre si de 2,0 cm a 10 m;

O processo de adensamento de sedimentos da presente invenção ocorre, preferencialmente, a uma vazão máxima de 50 m<sup>3</sup>/h. Ainda mais preferencialmente, a vazão de sucção máxima do processo de adensamento de sedimentos da presente invenção é de 10 m<sup>3</sup>/h.

20 Como mencionado anteriormente, a concentração da mistura água/sedimentos está intimamente ligada à velocidade de sucção e, por consequência, à vazão de entrada. A tabela 1 a seguir e a figura 10 (gráfico gerado a partir da tabela 1) ilustram os resultados obtidos através de um exemplo prático utilizando a célula adensadora 10 e o processo de adensamento de sedimentos da presente invenção. Conforme pode se observar, dentro da faixa de vazão utilizada, a concentração da mistura aumentou de acordo com o aumento da vazão de sucção dos sedimentos (para o lodo gerado em uma estação de tratamento de efluentes).

Tabela 1

$Q (m^3/h)$	Concentração (%)
0,195	15,4
0,268	16,4
0,284	0

Os dados descritos na tabela 1 foram obtidos durante a retirada de 26 litros de mistura água/sedimentos de uma lavra qualquer presente no fundo de um lago. Em tal retirada foi utilizada uma célula adensadora cujas dimensões são:

5

- Área A1 = 0,3 m<sup>2</sup>
- Área A2 = 0,0025 m<sup>2</sup>
- Distância entre os planos das áreas  $d = 0,5 m$

O processo se torna eficaz e não causa o desprendimento dos sedimentos do fundo dos corpos d'água (ressuspensão) quando são utilizadas vazões adequadas, isto é, vazões que sejam menores que 1500 m<sup>3</sup>/h. Por exemplo, velocidades menores que 1 m/min na entrada concomitantes com a área de coleta A1 = 2 m<sup>2</sup> e área A2 = 0,2 m<sup>2</sup> provocam um arco de tensões nos sedimentos, isto é, "acúmulo" na saída, entre a área de saída e as paredes da célula 10. Consequentemente, novas partículas de sedimentos são adicionadas, por arraste, através da área de entrada A1 (coleta) ao arco pelo movimento da célula 10 de encontro aos depósitos de fundo. As novas camadas aderidas dos sedimentos são desidratadas e retiradas por bombeamento paulatinamente e continuamente até o final.

15

Para cada vazão e para cada tipo de sedimento, a célula adensadora 10 pode mudar de forma através da mudança da relação entre A1/A2 e da distância entre as respectivas áreas (correspondentes às porções anterior 11 e posterior 12 da região de coleta de sedimentos 1) a fim de se obter o melhor rendimento no processo. Preferencialmente, as áreas A1 e A2 apresentam forma quadrada, pois, devido a ensaios já realizados, foi a que apresentou uma fácil formação do arco de tensões entre as paredes da célula e também apresentou uma praticidade da lavra, porém outras

20

25

formas podem ser também utilizada.

O separador sedimento/água ou célula adensadora submersa 10 opera por submersão, adensando os sedimentos para obter concentrações maiores do que as tradicionalmente obtidas. O equipamento é hidráulico-mecânico e não necessita de floculantes ou aglutinantes químicos para que ocorra o adensamento ou desidratação dos sedimentos.

O sistema de cabos 81 que pode ser utilizado na operação da célula adensadora submersa 10 da presente invenção pode ser visto na figura 4, fazendo parte do conjunto. O cabo 82 atracado na ancoragem submersa tem uma patesca 83 na extremidade, que recebe um cabo de arraste 84 proveniente do guincho hidráulico na embarcação e sua outra extremidade está atracada à célula adensadora 10. Isto permite que o efeito de ondas seja minimizado e possibilite uma retirada de sedimentos segundo alinhamento desejado com grande tração direcionada.

Em uma concretização preferencial da invenção mostrada na figura 11, a região de coleta de sedimentos é dotada de, pelo menos, uma porção anterior 11 em formato de arco ou cilindro, delimitada por uma área A1 e de, pelo menos, uma porção posterior 12 em formato de arco ou cilindro, delimitada por uma área A2.

Em outra concretização preferida da invenção, conforme a figura 12 mostra, a porção anterior 11 delimitada pela área A1 é recoberta parcialmente por uma tampa 90, cuja finalidade é anular qualquer turbidez que venha a ser gerada durante a operação da válvula oscilatória 4.

Tendo sido descrito um exemplo de concretização preferido, deve ser entendido que o escopo da presente invenção abrange outras possíveis variações, sendo limitado tão somente pelo teor das reivindicações apensas, aí incluídos os possíveis equivalentes.

## REIVINDICAÇÕES

1. Célula adensadora submersa (10) compreendendo:

a) uma região de coleta de sedimentos (1) dotada de uma porção anterior (11) delimitada por uma área A1 e uma porção posterior (12) delimitada por uma área A2;

b) pelo menos uma tubulação de sucção e expulsão (2) associada à porção posterior (12) da região de coleta de sedimentos (1);

c) pelo menos uma bomba de deslocamento positivo (3) associada à tubulação de sucção e expulsão (2);

d) uma válvula oscilatória (4) associada à tubulação de sucção e expulsão (2);

e) uma tubulação de saída de sedimentos adensados (5).

caracterizado pelo fato de que:

- a relação A1/A2 compreende um valor absoluto entre 8 e 120;

- a porção anterior (11) da região de coleta de sedimentos apresenta uma área (A1) máxima de 50 m<sup>2</sup>;

- a porção posterior (12) da região de coleta de sedimentos apresenta uma área (A2) máxima de 0,8 m<sup>2</sup>;

- a porção anterior (11) e a porção posterior (12) guardam uma distância entre si de 2,0 cm a 10 m;

2. Célula adensadora submersa (10) de acordo com reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que a relação A1/A2 compreende um valor absoluto entre 8 e 15.

3. Célula adensadora submersa (10) de acordo com reivindicação 2, caracterizada pelo fato de que a relação A1/A2 é igual a 10.

4. Célula adensadora submersa (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizada pelo fato de que a porção anterior (11) da região de coleta de sedimentos (1) apresenta uma área máxima de 8 m<sup>2</sup>.

5. Célula adensadora submersa (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizada pelo fato de que a porção anterior (11) da região de coleta de sedimentos (1) apresenta uma área máxima

de 6 m<sup>2</sup>.

6. Célula adensadora submersa (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizada pelo fato de que a porção posterior (12) da região de coleta de sedimentos (1) apresenta uma área de 0,3 m<sup>2</sup>.

5 7. Célula adensadora submersa (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizada pelo fato de que a porção anterior (11) e a porção posterior (12) guardam uma distância entre si compreendida entre 50 cm e 1,1 m.

10 8. Célula adensadora submersa (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizada pelo fato de que a porção anterior (11) e a porção posterior (12) guardam uma distância entre si de 1 m.

9. Célula adensadora submersa (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizada pelo fato de que compreende ainda um misturador rotativo (6).

15 10. Célula adensadora submersa (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizada pelo fato de que compreende ainda um compressor de sedimentos (7) que coopera com a tubulação de saída (5).

20 11. Célula adensadora submersa (10) de acordo com reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o compressor de sedimentos compreende um cone drenante (71), uma região de entrada de ar (72) e uma região de saída de água (73).

25 12. Célula adensadora submersa (10) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de deslocamento positivo (3) compreende pelo menos um pistão (31).

13. Separador de sedimentos, caracterizado pelo fato de que compreende célula adensadora submersa (10) conforme definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 12.

30 14. Processo de adensamento de sedimentos, caracterizado pelo fato de que utiliza célula adensadora submersa (10) conforme definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 13, dito adensamento ocorre com uma vazão de sucção máxima de 1500 m<sup>3</sup>/h..

15. Processo de adensamento de sedimentos de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que dito adensamento ocorre com uma vazão de sucção máxima de  $50 \text{ m}^3/\text{h}$ .

5 16. Processo de adensamento de sedimentos de acordo com qualquer uma das reivindicações 14 e 15, caracterizado pelo fato de que dito adensamento ocorre com uma vazão de sucção máxima de  $10 \text{ m}^3/\text{h}$ .

1/8

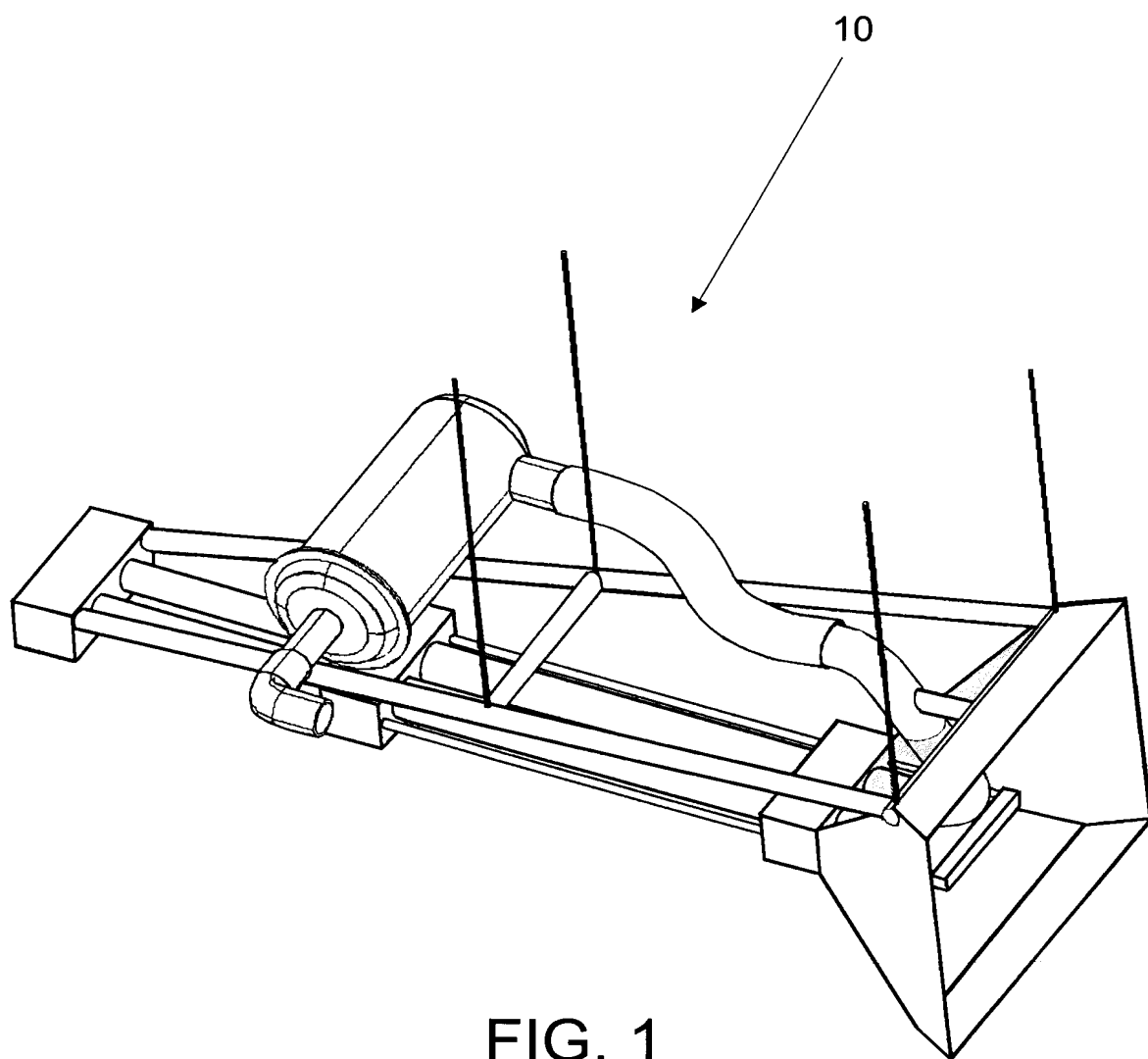


FIG. 1

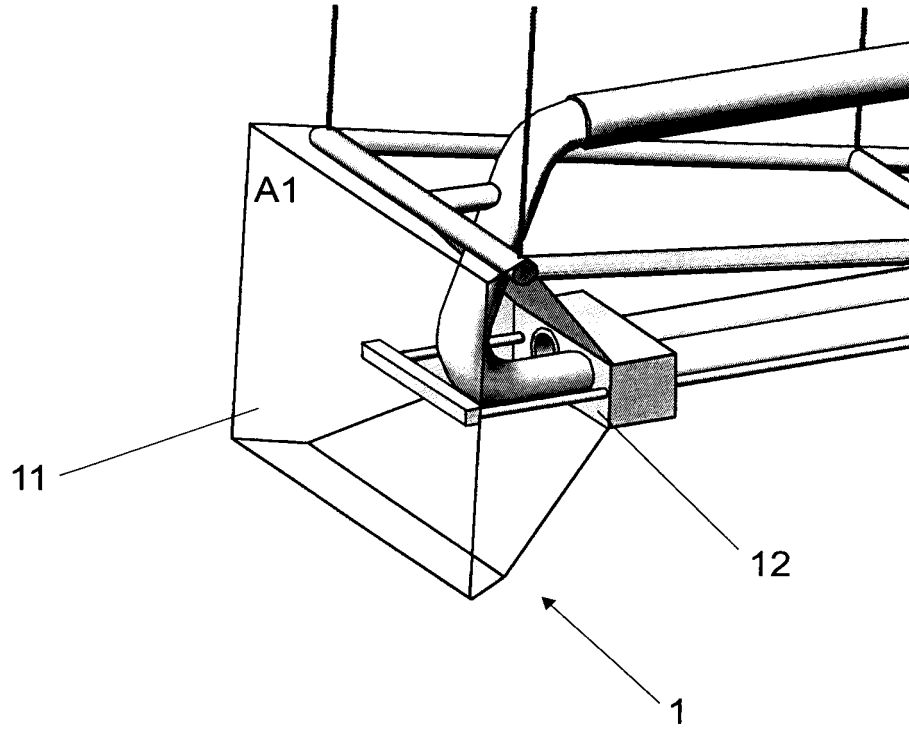


FIG. 2

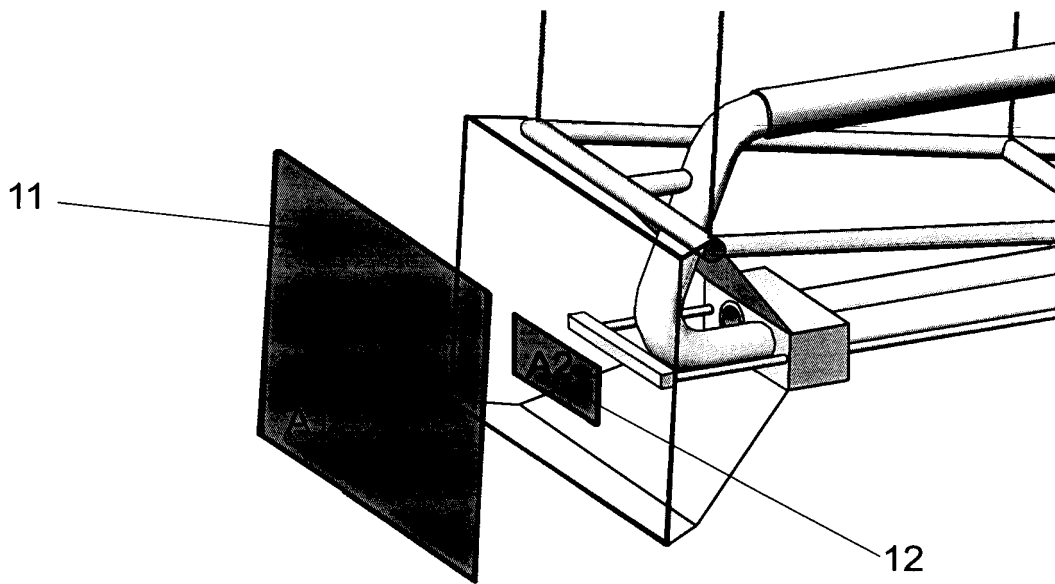
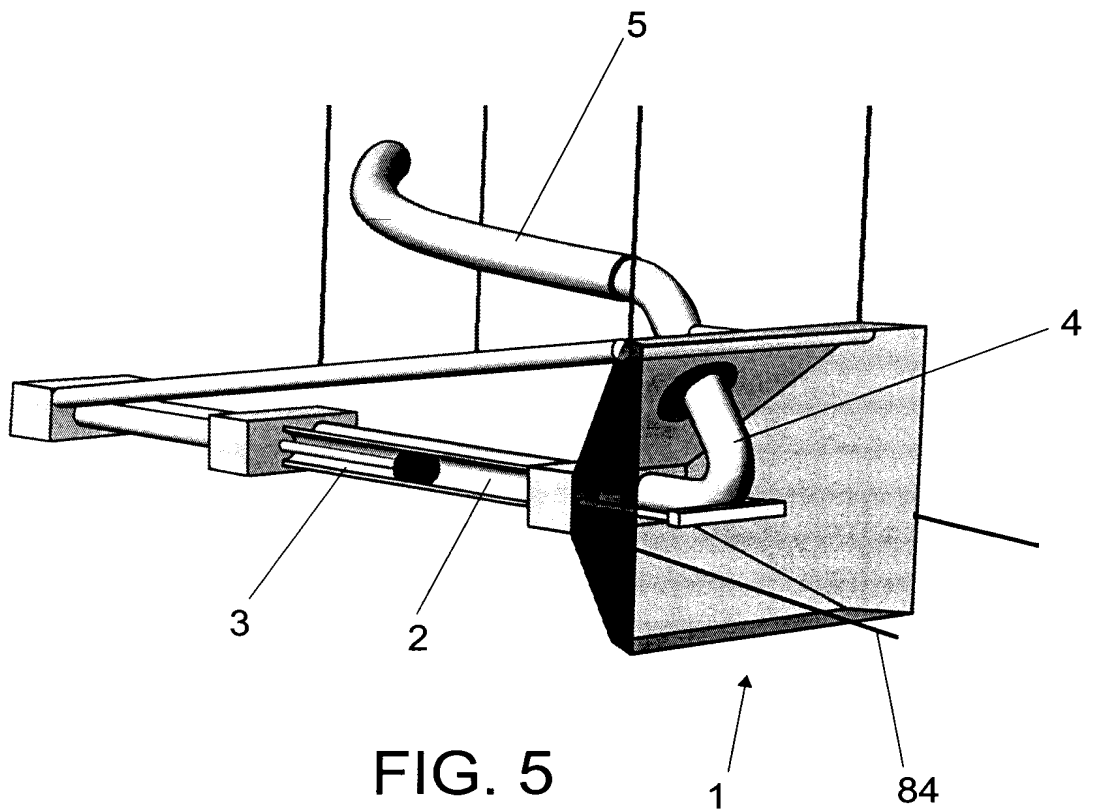
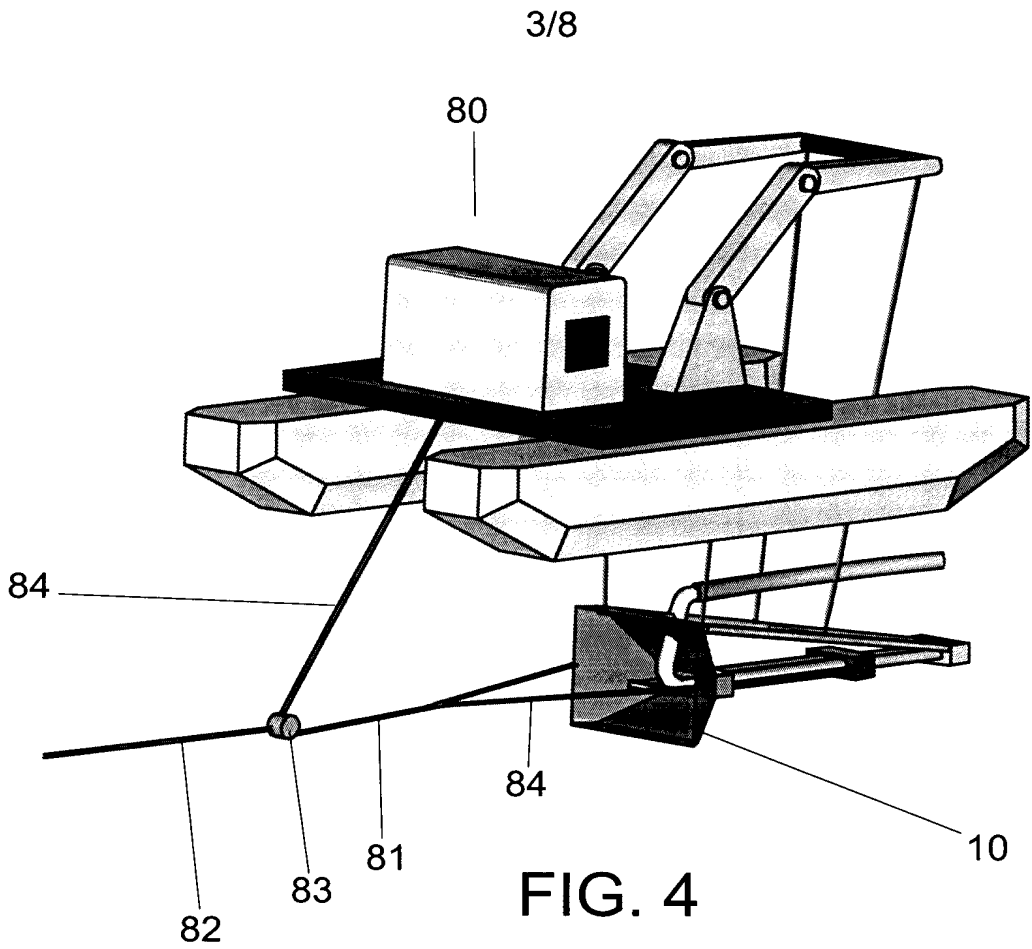


FIG. 3



4/8

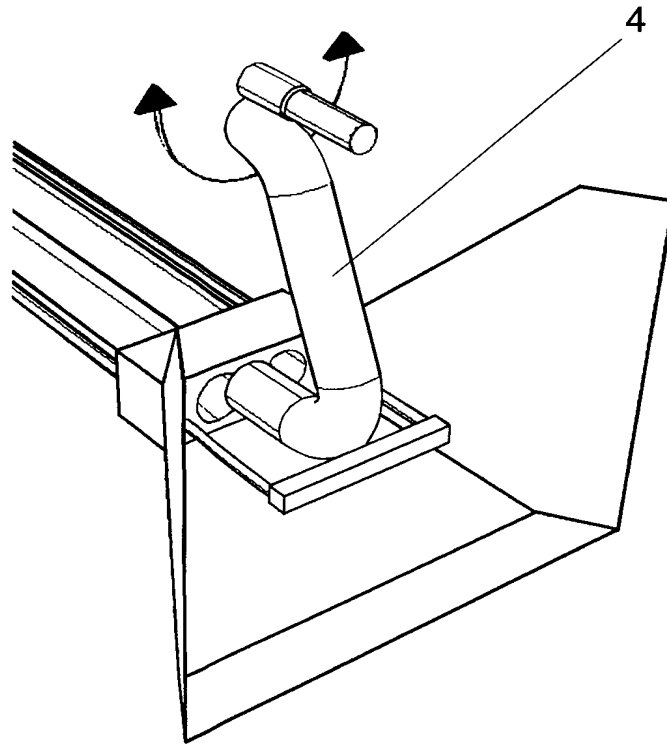


FIG. 6

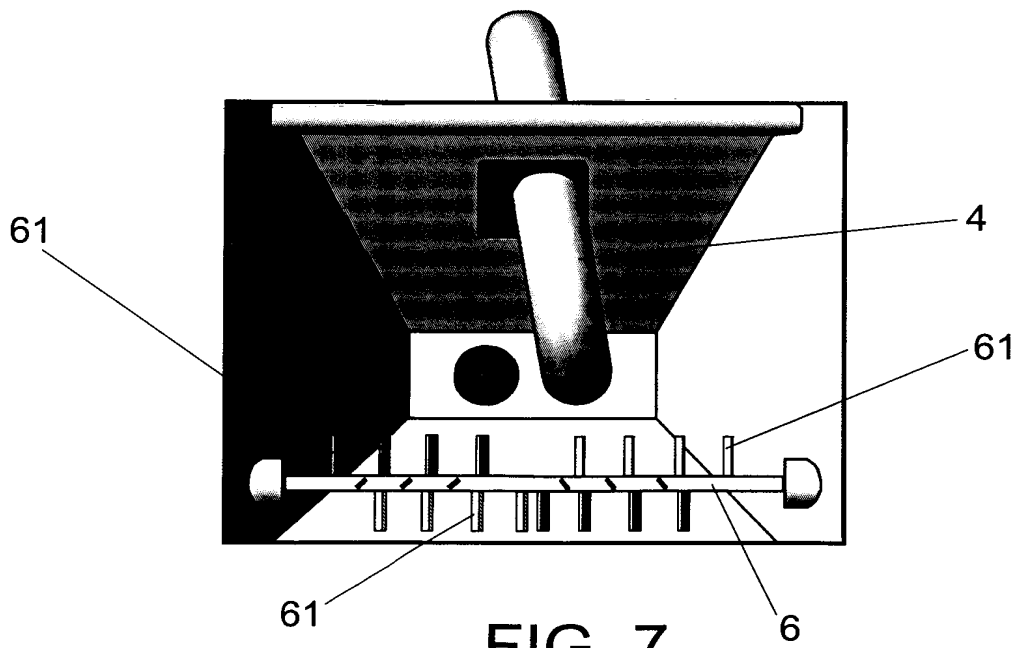


FIG. 7

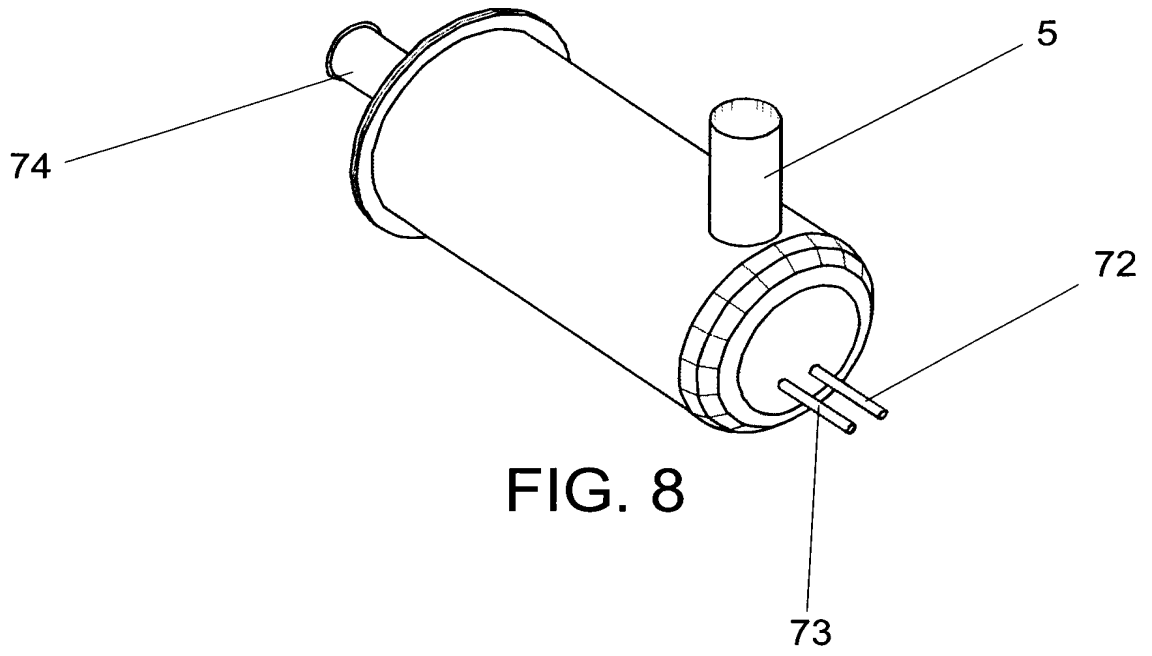


FIG. 8

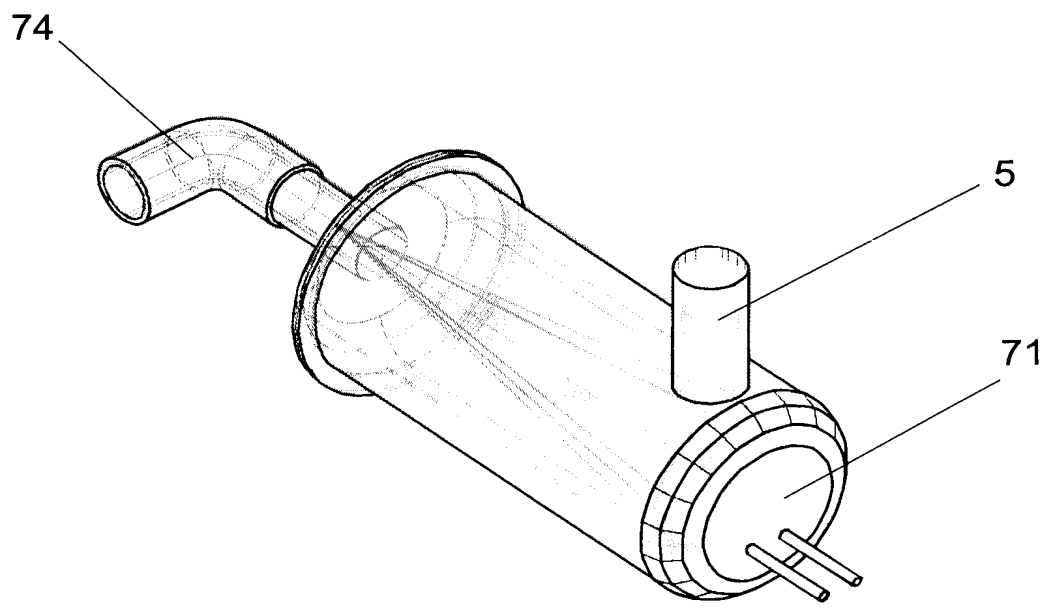


FIG. 9

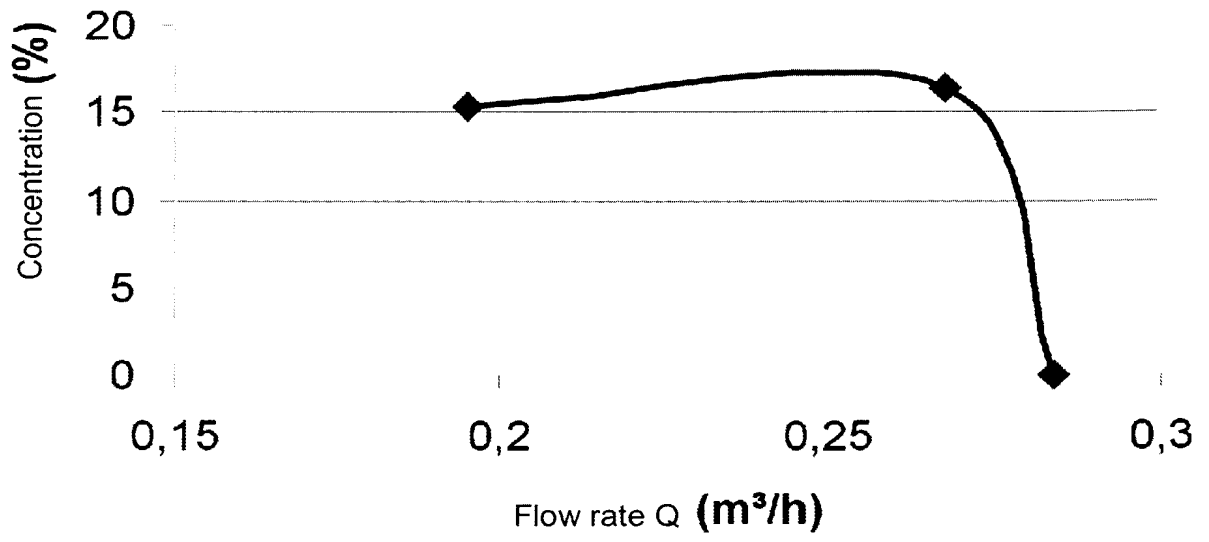


FIG. 10

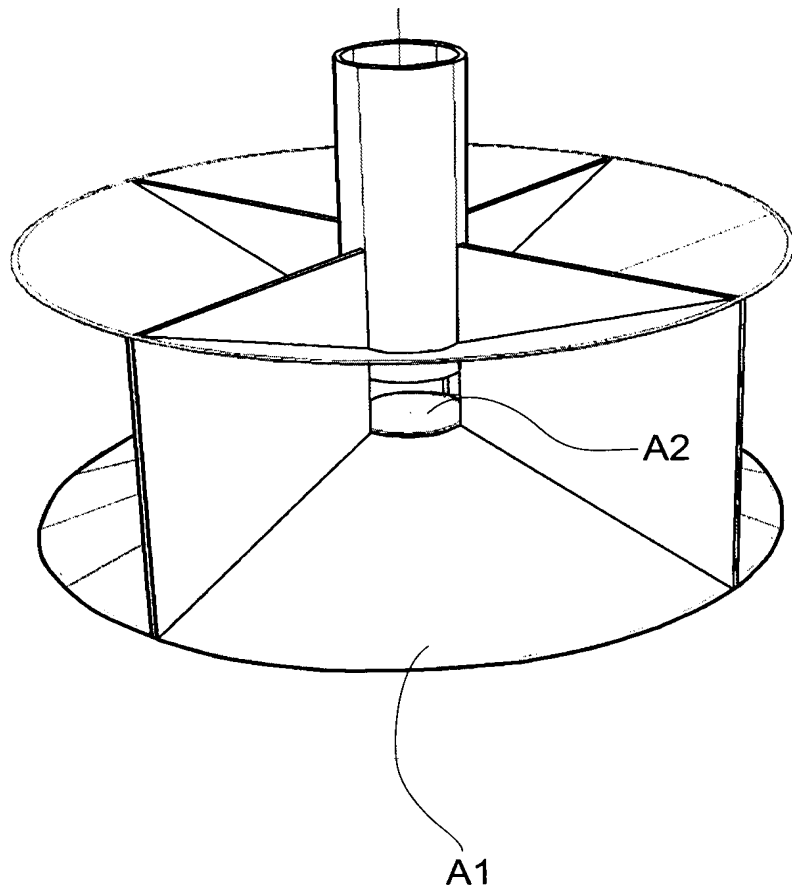


FIG. 11

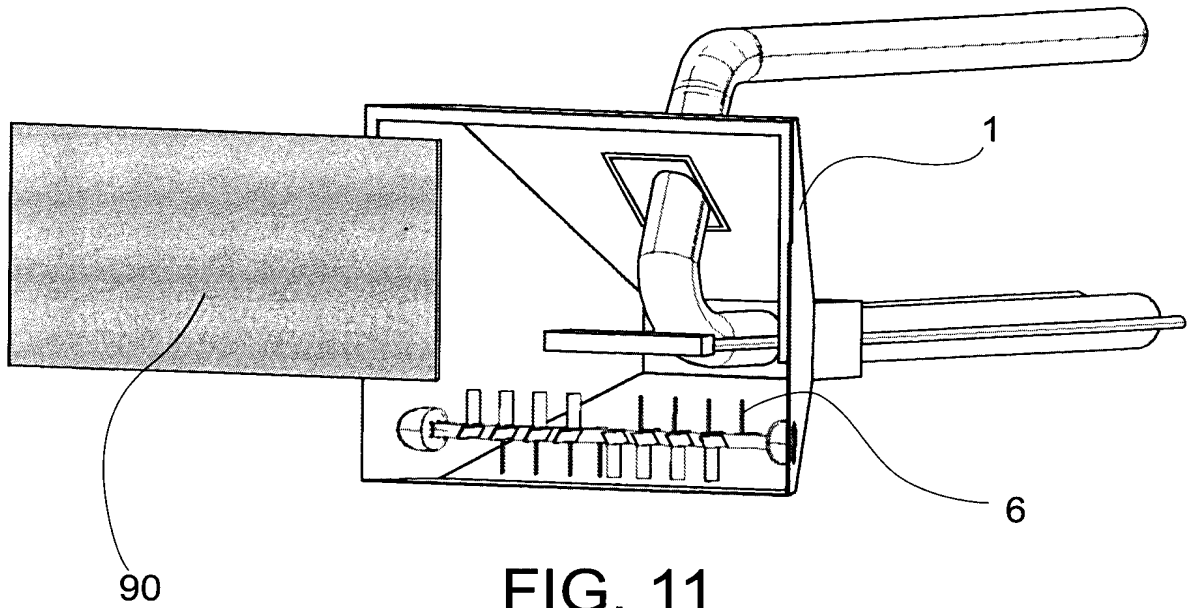


FIG. 11

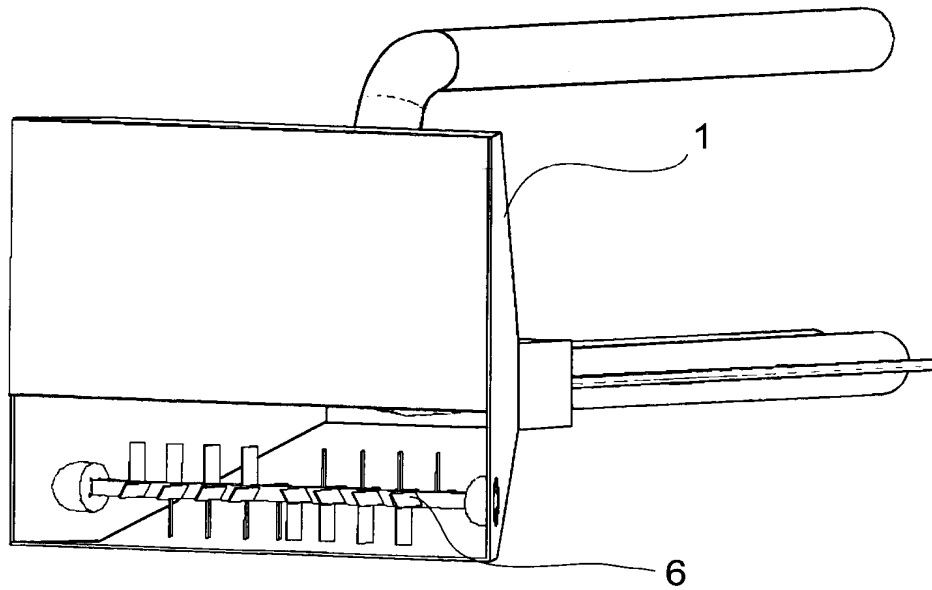


FIG. 12

## RESUMO

Patente de Invenção: "**CÉLULA ADENSADORA SUBMERSA, SEPARADOR DE SEDIMENTOS E PROCESSO DE ADENSAMENTO DE SEDIMENTOS**".

5 A presente invenção refere-se a um separador sedimentos/água utilizado para retirar sedimentos depositados no fundo de lagos, rios, portos, lagoas, tanques, diques, reservatórios e orla marítima. A invenção, também chamada de célula adensadora submersa, desempenha a função de retirar sedimentos em diversas profundidades e de diversos tipos variando os mesmos na sua consistência, contaminação, estratigrafia, densidade, ori-  
10 gem, concentração, granulometria e demais aspectos de sua formação.

A invenção também refere-se a um processo de adensamento de sedimentos utilizando a célula adensadora submersa e resultando, o mesmo, em um aumento de concentração de 1,5 a 3 vezes (em peso) nos sedimentos retirados, reduzindo o volume retirado, a área necessária para  
15 deposição e, conseqüentemente, diminuindo o tempo de secagem ao ar livre do sedimento.