



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

(21) PI 1015504-0 A2



* B R P I 1 0 1 5 5 0 4 0 2 *

(22) Data de Depósito: 27/12/2010

(43) Data da Publicação: 11/03/2014

(RPI 2253)

(51) Int.Cl.:

C02F 9/14

C02F 9/02

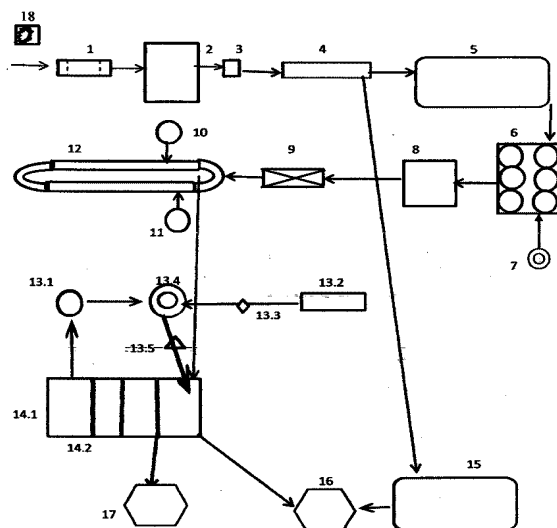
C02F 9/04

(54) **Título:** PROCESSO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES EM ESTAÇÃO MODULAR E DISPOSITIVO MISTURADOR ESTÁTICO LINEAR COM FLUXO HIDRÁULICO HELICOIDAL

(73) **Titular(es):** JOÃO LUCIANO RODRIGUES DA SILVA

(72) **Inventor(es):** JOÃO LUCIANO RODRIGUES DA SILVA

(57) **Resumo:** PROCESSO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES EM ESTAÇÃO MODULAR E DISPOSITIVO MISTURADOR ESTÁTICO LINEAR COM FLUXO HIDRÁULICO HELICOIDAL. Processo de tratamento de águas e efluentes caracterizado pelo fato da separação do material poluente das águas e efluentes, ser feita em três etapas sucessivas executadas na mesma instalação, sendo: - A primeira etapa ocorre através de processo físico de retirada de sólidos não solúveis por meio da aplicação de sistema de gradeamento (1) e peneiramento (4). - A segunda etapa ocorre através de processos biofísicos, que consistem na digestão da matéria orgânica por bactérias anaeróbicas com posterior aeração do efluente por ar difuso durante um período, visando diminuir o teor de matéria orgânica do efluente através de digestão por bactérias aeróbicas e oxidação por oxigênio atmosférico. - A terceira etapa ocorre através de processo físico-químico por meio da mistura de produtos químicos (estabilizador de pH, coagulantes e polímeros) ao efluente para formação de flocos no interior do misturador estático linear com fluxo hidráulico helicoidal (12) e sua posterior retirada no flotor (14). O processo possibilita no final do tratamento, a reutilização da água para limpeza de instalações e irrigação de lavouras / jardins além do uso do material orgânico na adubação de lavouras.



“PROCESSO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES EM ESTAÇÃO MODULAR E DISPOSITIVO MISTURADOR ESTÁTICO LINEAR COM FLUXO HIDRÁULICO HELICOIDAL”

Este relatório trata da apresentação do processo de tratamento de efluentes em estação modular com a aplicação de dispositivo misturador estático linear com fluxo hidráulico helicoidal para ser utilizado no tratamento de águas para remoção de sólidos insolúveis e solúveis presentes em efluentes de origem doméstica, agropecuária ou agroindustrial, especialmente para efluentes com alta concentração de material orgânico.

Já são conhecidos no mercado processos de remoção de sólidos insolúveis e solúveis presentes em efluentes através de várias técnicas que promovem o tratamento da água e o seu reuso, mas nenhum processo possui as características de arranjo e funcionamento como o proposto neste relatório, já que os processos e equipamentos desenvolvidos até então não utilizam o seqüenciamento de processos e equipamentos propostos nesta patente, levando em consideração a característica modular do processo e a aplicação da técnica de mistura do efluente e floculantes em processo linear com fluxo hidráulico helicoidal.

A maioria dos processos e equipamentos existentes para tratamento de efluentes implicam na operação de estações complexas, de grande porte e elevada quantidade de equipamentos o que leva o empreendimento a ocupar uma grande área de solo e na criação de infra-estrutura para que as águas contaminadas ou efluentes cheguem até este local, ou seja, é necessária a criação de infra-estrutura de bombeamento e tubulação de transporte por longos percursos elevando os custos de implantação e operação. Outro ponto a se analisar é a concentração do despejo do residual do tratamento, pois como é sabido nenhum processo de tratamento remove toda a carga orgânica da água, assim dentro da eficiência aceitável das diversas técnicas, um residual é lançado em algum corpo hídrico, sendo o processo de tratamento centralizado em uma única estação, todo esse residual é lançado no mesmo ponto de despejo.

São conhecidas iniciativas de projetos compactos conforme patentes PI9201239 A, PI9301674-3 A, PI9502352-6 A, PI0308019-6 A, PI0406106-3 A e de misturadores estáticos conforme patentes MU6900583 U e PI0318539-7 A.

As patentes PI9201239 A, PI9301674-3 A, PI9502352-6 A, PI0308019-6 A e PI0406106-3 A não privilegiam a remoção prévia por meios mecânicos da maior quantidade possível do material insolúvel presente no efluente, fazendo com que a quantidade de agentes coagulantes / floculantes usada, eleve o custo do litro de efluente tratado.

As patentes MU6900583 U e PI0318539-7 A visam somente a mistura líquido / líquido, sendo que a coagulação / floculação dos sólidos solúveis presentes no efluente fica comprometida . Em ambas patentes, os flocos formados serão fragmentados devido aos choques dos flocos com os obstáculos colocados no interior do misturador para promover a mistura líquido / líquido.

O processo proposto neste relatório visa a descentralização das unidades de tratamento em módulos de pequeno porte que ocupam pouco espaço e podem ser alocados em áreas onde já existe a ocupação humana ou não, bem como o aumento da retenção dos sólidos através da utilização de processos secundários para a produção de gás combustível (metano) e fertilizantes em digestores anaeróbicos, promovendo a utilização quase que completa do material sólido separado no processo de tratamento dos efluentes através da aplicação da técnica de mistura de fluídos em processo linear com fluxo hidráulico helicoidal aumentando a taxa de remoção dos sólidos da água, podendo-se fazer o reuso da água na saída do tratamento para fins produtivos, tais como: irrigação de lavouras e jardins , lavagem de instalações agropecuárias , lavagem de calçadas e da utilização do fertilizante na adubação de lavouras.

Assim, a operação do processo de tratamento de efluentes proposto nessa patente torna-se simples, pois não existe grande complexidade na seqüência de operações do processo podendo ser operado por profissional sem formação específica, mas com o devido treinamento. Como opção de tratamento de efluentes, este processo aqui descrito , também oferece a possibilidade de ampliação, pois foi concebido para operar em módulos, podendo mais módulos serem agregados em paralelo ao sistema aumentando a quantidade de material sólido removido do efluente. Pensando ainda na flexibilidade do processo, este ainda pode ter seu fluxo de saída acoplado a diversos sistemas secundários para reaproveitamento da água tratada ou até mesmo do material orgânico removido.

As figuras a seguir fazem referência ao objeto da presente patente para melhor ilustração e entendimento do processo, nas quais:

- A figura 01 mostra o processo projetado para caracterizar o sistema de tratamento de efluentes proposto nesta patente.
- 5 • A figura 02 mostra o modelo do decantador lamelar de alta taxa com fluxo ascensional.
- A figura 03 mostra o modelo de fluxo hidráulico helicoidal no misturador estático linear de fluxo helicoidal.
- 10 • A figura 04 mostra o misturador estático linear com fluxo hidráulico helicoidal.
- A figura 05 mostra o perfil cilíndrico instalado no interior de um dos tubos do misturador estático linear de fluxo helicoidal.
- A figura 06 mostra a unidade de dosagem acoplada ao misturador estático linear de fluxo helicoidal, composta por bombas dosadoras.
- 15 • A figura 07 mostra o digestor anaeróbico .
- A figura 08 mostra o modelo de fluxo hidráulico no digestor anaeróbico .

O presente processo de tratamento de efluentes em estação modular e dispositivo misturador estático linear com fluxo hidráulico helicoidal possibilita a reutilização das águas tratadas diminuindo o consumo de água e também a diminuição do lançamento de poluentes nos corpos hídricos, através da sequência dos componentes listados abaixo, juntamente com seus números de referência correspondentes, tem-se:

1. Unidade de Gradeamento, composta por Grades Grossa e Fina
2. Tanque de homogeneização de efluente
- 25 3. Bomba de recalque
4. Unidade de peneiramento
5. Digestor anaeróbico
6. Tanque de aeração
7. Compressor de ar
- 30 8. Decantador lamelar de alta taxa com fluxo ascensional
9. Calha Parshall

- 10. Unidade de Dosagem para ajuste de pH
- 11. Unidade de Dosagem de Coagulantes e Polímeros
- 12. Misturador Estático Linear com Fluxo Hidráulico helicoidal
- 13. Unidade de saturação por ar e pressurização da água de reuso
 - 5 13.1 Bomba centrífuga
 - 13.2 Compressor de ar
 - 13.3 Rotâmetro de ar
 - 13.4 Tanque de pressão
 - 13.5 Válvula sustentadora de pressão
- 10 14. Tanque de flotação
 - 14.1 Tanque retangular ou circular
 - 14.2 Raspador de lodo de superfície
- 15. Digestor Anaeróbico
- ~~16. Depósito de Material Orgânico Digerido / floculado~~
- 15 17. Depósito de água de reuso
- 18. Painel de controle do equipamento elétrico

O processo de tratamento de águas e efluentes inicia-se pelo sistema de separação física de sólidos insolúveis de grande granulometria presentes no efluente bruto, através da operação da unidade de gradeamento (1) composta por duas grades em seqüência, sendo que cada grade possui um intervalo de fendas menor do que a grade anterior. A próxima operação é a homogeneização do efluente (2) visando padronizar as características físico-químicas do efluente; Em seqüência o efluente é enviado, através da bomba de recalque (3), para a unidade de peneiramento (4), onde ocorre a separação do material sólido insolúvel de pequena granulometria através de peneira rotativa ou estática, sendo que a escolha do equipamento depende da vazão da estação de tratamento de efluentes. Os sólidos retirados na unidade de peneiramento são encaminhados diretamente para o digestor anaeróbico (15), pois se trata de material essencialmente orgânico e que após o período de 45 a 60 dias de tempo de retenção hidráulico, é direcionado para o depósito de material orgânico digerido / floculado(16).

O efluente que passou pela peneira, que ainda contém alto teor de sólidos insolúveis, é enviado a outro digestor anaeróbico(5), onde terá um tempo de retenção hidráulico em

torno de 10 dias; Após esse período o efluente é enviado ao tanque de aeração (6) onde receberá ar que será injetado por um compressor (7) e distribuído por difusores de ar de bolhas finas ou grossas colocados no fundo do tanque com espaçamentos entre si, que permitam que todo o efluente receba ar por um período de tempo determinado pelo teor da matéria orgânica existente no efluente; Após o período de aeração, a carga orgânica está reduzida e o efluente passa pelo processo de decantação que ocorre no decantador lamelar de fluxo ascensional (8) no qual são retidos flocos de matéria orgânica e matéria inorgânica e depois enviados ao digestor anaeróbico (15) juntamente com 10% do volume do efluente aerado. Visando quantificar o volume de efluente a ser tratado no processo, utiliza-se a Calha Parshall (9). As etapas seguintes visam a retirada das impurezas solubilizadas no efluente, sendo que o uso de coagulantes e polímeros faz-se necessário; Muitos dos produtos usados nessa fase atuam em nível de pH específico, sendo necessário o ajuste prévio do pH do efluente através de produtos químicos-ácidos ou alcalinos-que irão promover a estabilização do pH do efluente; A adição do estabilizador de pH, do coagulante e do polímero é feito através de bombas dosadoras das unidades de dosagem (10)(11) diretamente no misturador estático linear de fluxo helicoidal (12) mantendo-se a sequência de adição do estabilizador, do coagulante e do polímero. O misturador estático linear de fluxo helicoidal (12), através de seu fluxo turbilhonado e helicoidal, promove a mistura rápida e eficiente do estabilizador de pH, do coagulante e do polímero com o efluente culminando na formação de flocos grandes e consistentes que ao serem descarregados no tanque de flotação (14) recebem ar, na forma de micro bolhas, que promovem a flutuação desses flocos, facilitando sua retirada através de um raspador de superfície, que faz parte do tanque de flotação (14). As microbolhas são formadas na unidade de saturação por ar e pressurização da água de reuso (13) que é composta de bomba centrífuga (13.1), compressor de ar (13.2), rotâmetro de ar (13.3), tanque de pressurização (13.4) e válvula sustentadora de pressão (13.5). A unidade de saturação por ar e pressurização da água de reuso (13) utiliza de 15% a 30% da vazão do efluente já tratado e clarificado, aqui denominado água de reuso, para misturá-la ao ar atmosférico e logo após pressurizá-la; A bomba centrífuga (13.1) envia a água de reuso e o compressor de ar (13.2) envia uma quantidade de ar cuja vazão é regulada pelo rotâmetro de ar (13.3) para o tanque de

pressurização (13.4), onde ocorrem simultaneamente a mistura do ar e a pressurização da água de reuso . O ar se mantém dissolvido na água de reuso mediante a manutenção da pressão de 5 (cinco) Kgf/cm²; A formação das microbolhas ocorre quando a água saturada e pressurizada é liberada para o tanque de flotação (14) através da válvula sustentadora de pressão (13.5) que abre-se automaticamente quando a pressão ultrapassa os 5(cinco)Kgf/cm² . A volta da água pressurizada e saturada de ar à pressão atmosférica do ambiente faz com que o ar nela contido seja liberado abruptamente , formando as microbolhas que irão unir-se aos flocos formados no misturador estático linear com fluxo helicoidal (12) e que estão sendo descarregados no tanque de flotação (14) , fazendo com que ocorra a flutuação desses flocos.Os flocos que estão flutuando são removidos por um raspador de lodo de superfície e são enviados ao depósito de material orgânico digerido / floculado (16) para futura destinação final.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo de tratamento de águas e efluentes em estação modular e dispositivo misturador estático linear com fluxo hidráulico helicoidal caracterizado pelo fato da separação do material poluente das águas e efluentes, ser feita em três etapas sucessivas executadas na mesma instalação, sendo:
 - A primeira etapa ocorre através de processo físico de retirada de sólidos não solúveis por meio da aplicação de sistema de gradeamento e peneiramento.
 - A segunda etapa ocorre através de processos biofísicos que visam diminuir o teor de matéria orgânica do efluente; Consistem na digestão da matéria orgânica existente no efluente, por bactérias anaeróbicas seguida por digestão realizada por bactérias aeróbicas e oxidação por oxigênio existente no ar atmosférico distribuído no efluente na forma de bolhas finas ou grossas através de difusores de ar colocados no fundo do tanque de aeração (7),
 - A terceira etapa ocorre através de processo físico-químico por meio da mistura de produtos químicos (estabilizador de pH, coagulantes e polímeros) ao efluente para formação de flocos no interior do misturador estático linear com fluxo hidráulico helicoidal (12) e sua posterior retirada no flotador (14).
2. Processo de tratamento de águas e efluentes em estação modular e dispositivo misturador estático linear com fluxo hidráulico helicoidal de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por ser composto com duas grades (1) que retêm os sólidos insolúveis de grande granulometria e de peneira estática ou rotativa (4) que retêm os sólidos insolúveis de pequena granulometria do efluente bruto, sendo que esses sólidos insolúveis são direcionados para o digestor anaeróbico (15) no qual ocorre a transformação de matéria orgânica em matéria inorgânica, através da digestão realizada por bactérias anaeróbicas durante um período de 45 a 60 dias.
3. Processo de tratamento de águas e efluentes em estação modular e dispositivo misturador estático linear com fluxo hidráulico helicoidal de acordo com a reivindicação 1 caracterizado pelos digestores anaeróbicos (15)(5) terem fluxo pistão, devido ao posicionamento horizontal e receber diariamente os sólidos insolúveis retirados na unidade de gradeamento (1), na unidade de peneiramento (4), no decantador lamelar de alta taxa com fluxo ascensional (8) e de efluente aerado.

4. Processo de tratamento de águas e efluentes em estação modular e dispositivo misturador estático linear com fluxo hidráulico helicoidal de acordo com a reivindicação 1 caracterizado por retirar do efluente, material não solúvel através de grades (1) e peneira (4).
- 5 5. Processo de tratamento de águas e efluentes em estação modular e dispositivo misturador estático linear com fluxo hidráulico helicoidal de acordo com a reivindicação 3 caracterizado por diminuir o teor de matéria orgânica do efluente, através de digestão realizada por bactérias anaeróbicas.
- 10 6. Processo de tratamento de águas e efluentes em estação modular e dispositivo misturador estático linear com fluxo hidráulico helicoidal de acordo com a reivindicação 3 caracterizado por ser construído em polietileno de alta densidade .
- 15 7. Processo de tratamento de águas e efluentes em estação modular e dispositivo misturador estático linear com fluxo hidráulico helicoidal de acordo com a reivindicação 1 , caracterizado por diminuir o teor de matéria orgânica do efluente através do processo de aeração por ar difuso , realizado no tanque de aeração(7) , através do bombeamento de ar e distribuído por diversos difusores de ar de bolhas finas ou grossas dispostos no fundo do tanque e por digestão realizada por bactérias aeróbicas.
- 20 8. Processo de tratamento de águas e efluentes em estação modular e dispositivo misturador estático linear com fluxo hidráulico helicoidal de acordo com a reivindicação 1 caracterizado por retirar sólidos insolúveis do efluente que recebeu aeração , através de decantação no decantador lamelar de alta taxa com fluxo ascensional (8) que contem em seu interior , painéis formando tubos que desviam lateralmente a direção do fluxo do efluente ora a direita , ora a esquerda , fazendo o
25 caminho do fundo do compartimento para a superfície , sendo que os sólidos insolúveis decantados são descarregados pelo fundo do equipamento e direcionados ao digestor anaeróbico (15) .
- 30 9. Processo de tratamento de águas e efluentes em estação modular e dispositivo misturador estático linear com fluxo hidráulico helicoidal caracterizado por quantificar o fluxo do efluente, através de uma calha Parshall (9).

10. Processo de tratamento de águas e efluentes em estação modular e dispositivo misturador estático linear com fluxo hidráulico helicoidal de acordo com a reivindicação 1 caracterizado por possuir uma unidade de ajuste de pH (10) composta por bomba(s) dosadora(s) (peristáltica ou pistão) e tanques de produtos químicos alcalinos ou ácidos que são adicionados ao efluente , visando estabilizar o pH do efluente .
11. Processo de tratamento de águas e efluentes em estação modular e dispositivo misturador estático linear com fluxo hidráulico helicoidal de acordo com a reivindicação 1 caracterizado por possuir uma unidade de dosagem de coagulantes e polímeros (11) composta por bomba(s) dosadora(s) (peristáltica ou pistão) e seus respectivos tanques , para adicionar coagulantes e polímeros ao efluente, que promovem a coagulação dos sólidos solúveis contidos no efluente .
12. Processo de tratamento de águas e efluentes em estação modular e dispositivo misturador estático linear com fluxo hidráulico helicoidal de acordo com a reivindicação 1 caracterizado por possuir um dispositivo misturador estático linear com fluxo hidráulico helicoidal (12) construído com no mínimo seis e no máximo doze tubos lineares de PVC ou metálicos, com no mínimo dois e no máximo seis metros cada tubo, com no mínimo duas e no máximo seis polegadas de diâmetro cada tubo e com a existência de perfil cilíndrico de PVC ou polipropileno com arranjo espiral, posicionado nas paredes internas dos tubos no sentido longitudinal do fluxo, onde ocorrem a adição, mistura e reação de produtos químicos que promovem a estabilização do pH do efluente, coagulação e floculação dos sólidos solúveis contidos no efluente .
13. Processo de tratamento de águas e efluentes em estação modular e dispositivo misturador estático linear com fluxo hidráulico helicoidal de acordo com a reivindicação 12 caracterizado por aumentar o contato das partículas de sólidos solúveis presentes nos efluentes com os coagulantes, proporcionando uma elevada taxa de formação de flocos grandes com baixo tempo de residência do efluente a ser tratado.
14. Processo de tratamento de águas e efluentes em estação modular e dispositivo misturador estático linear com fluxo hidráulico helicoidal de acordo com a

reivindicação 12 caracterizado pelo fato de dispensar o uso de energia mecânica e/ou elétrica, utilizando somente a energia cinética do efluente em movimento ao percorrer o interior do dispositivo misturador estático linear com fluxo hidráulico helicoidal (12), para promover a mistura do estabilizador de pH, coagulantes e polímeros com o efluente.

15. Processo de tratamento de águas e efluentes em estação modular e dispositivo misturador estático linear com fluxo hidráulico helicoidal de acordo com a reivindicação 12 caracterizado pelo fato do dispositivo misturador estático linear com fluxo hidráulico helicoidal (12) aumentar o contato dos flocos maiores com os menores, por inércia, promovendo a agregação dos flocos menores pelos maiores, aumentando o tamanho dos flocos e evitando a desagregação dos flocos formados.

16. Processo de tratamento de águas e efluentes em estação modular e dispositivo misturador estático linear com fluxo hidráulico helicoidal de acordo com a reivindicação 1 caracterizado por usar a técnica de flotação por ar dissolvido para aumentar a eficiência de remoção da matéria orgânica do efluente, sendo que para isso a estação dispõe da unidade de saturação por ar e pressurização da água de reuso (13) que consiste num conjunto de equipamentos formados por bomba centrífuga (13.1), tanque de pressurização (13.2), compressor de ar (13.3), rotâmetro (13.4) e válvula sustentadora de pressão (13.5).

17. Processo de tratamento de águas e efluentes em estação modular e dispositivo misturador estático linear com fluxo hidráulico helicoidal de acordo com a reivindicação 1 caracterizado por realizar a retirada dos flocos flotados por ar dissolvido, no tanque de flotação (14) que é composto por tanque retangular ou circular (14.1) e raspador de lodo (flocos flotados) de superfície (14.2).

18. Processo de tratamento de águas e efluentes em estação modular e dispositivo misturador estático linear com fluxo hidráulico helicoidal de acordo com a reivindicação 1 caracterizado por reutilizar a água proveniente do tratamento na limpeza de instalações, irrigação de jardins ou de lavouras, assim como a utilização agrícola dos sólidos insolúveis digeridos no digestor anaeróbico(15) e do lodo separado no tanque flotor (14) para adubação de lavouras.

FIGURA 1

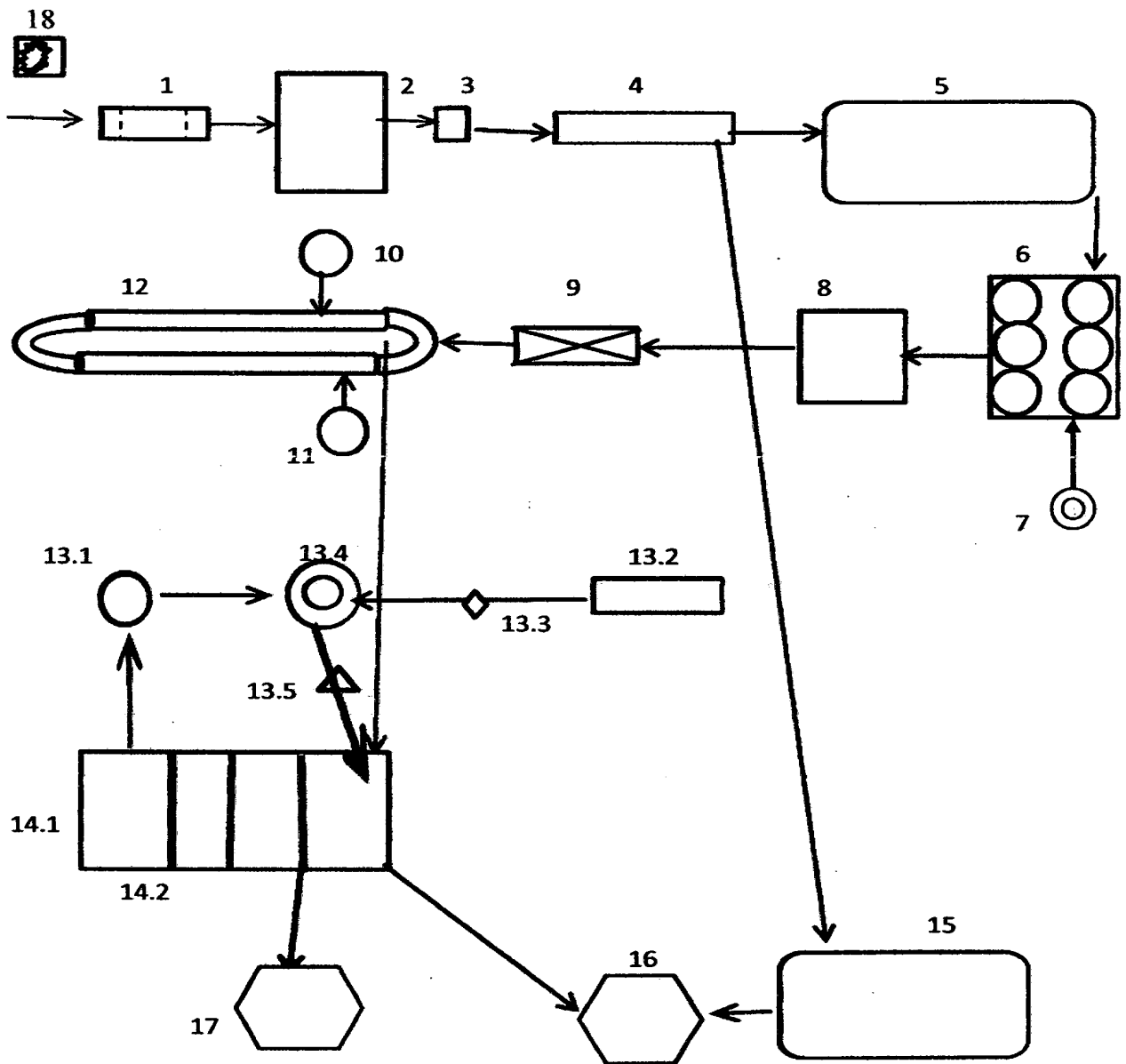


FIGURA 2

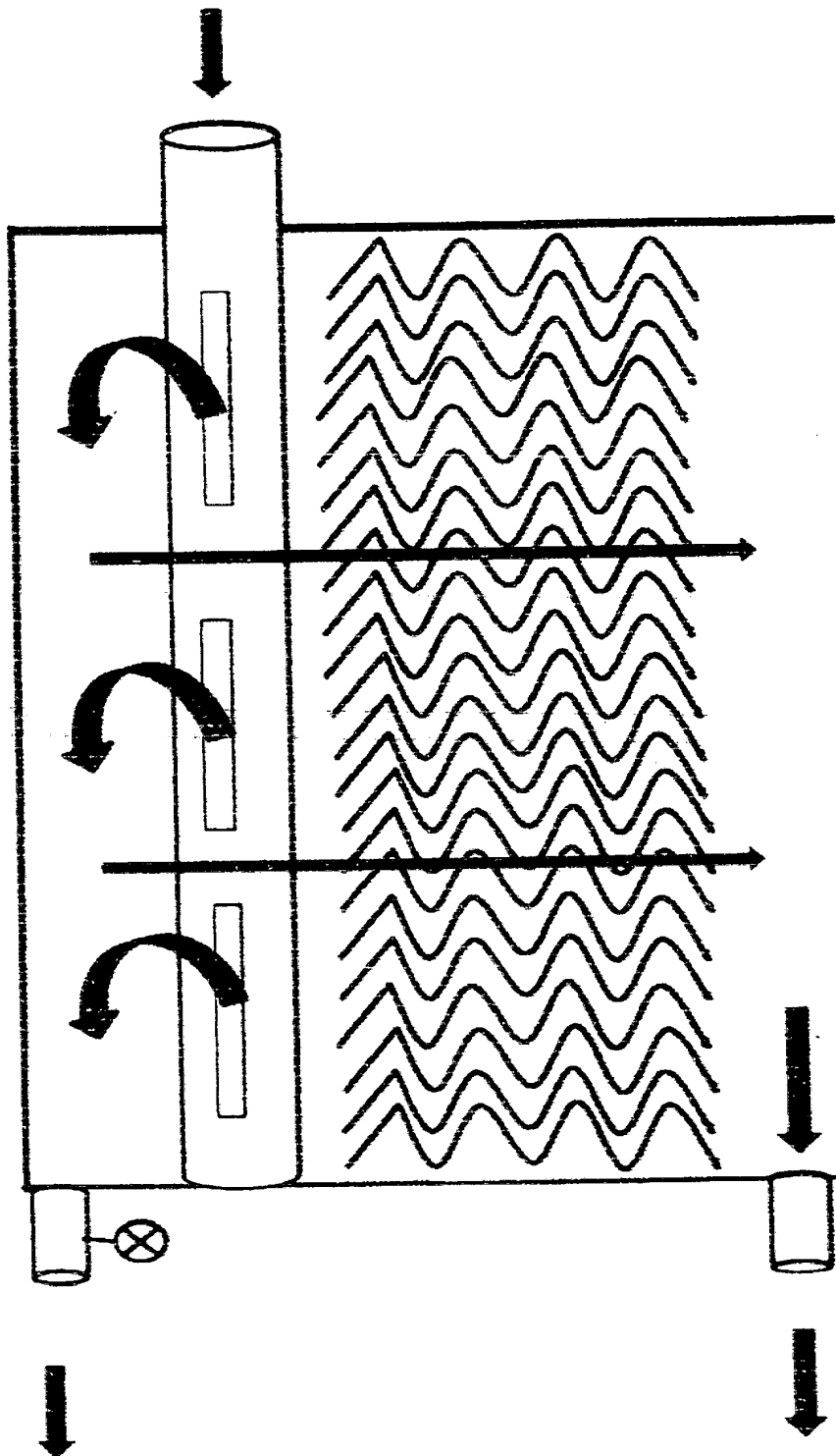


FIGURA 3

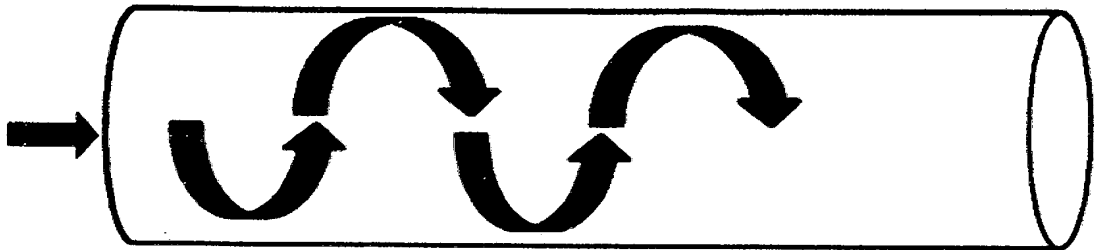


FIGURA 4

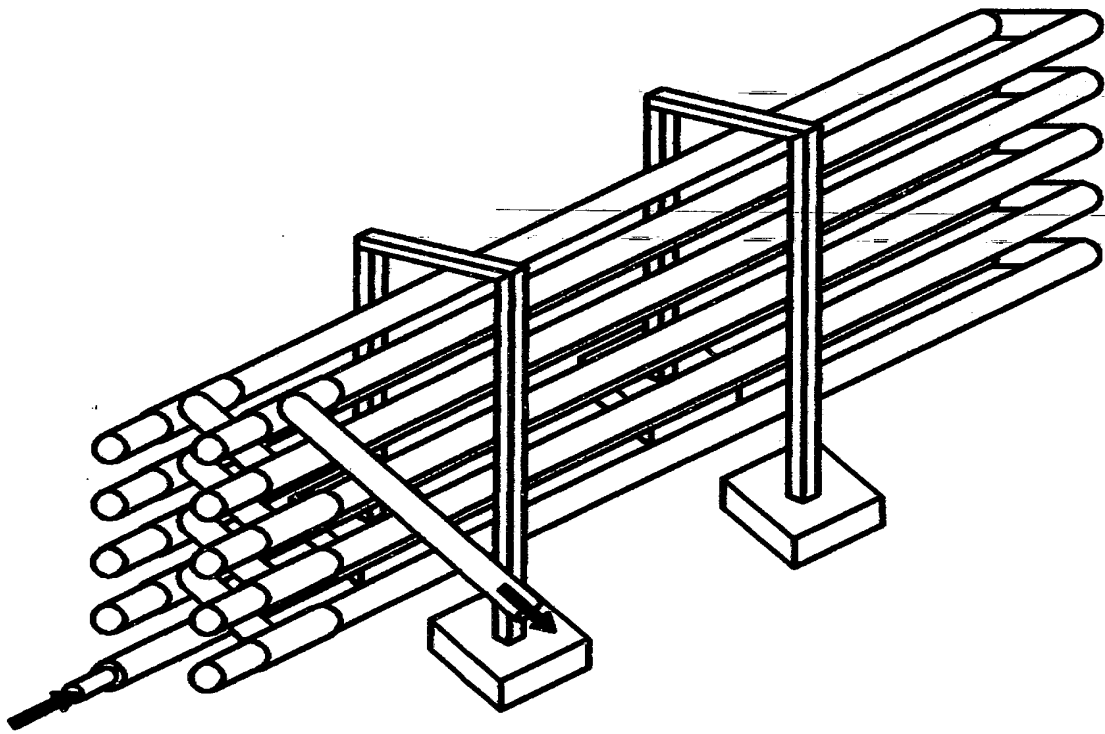


FIGURA 5



FIGURA 6

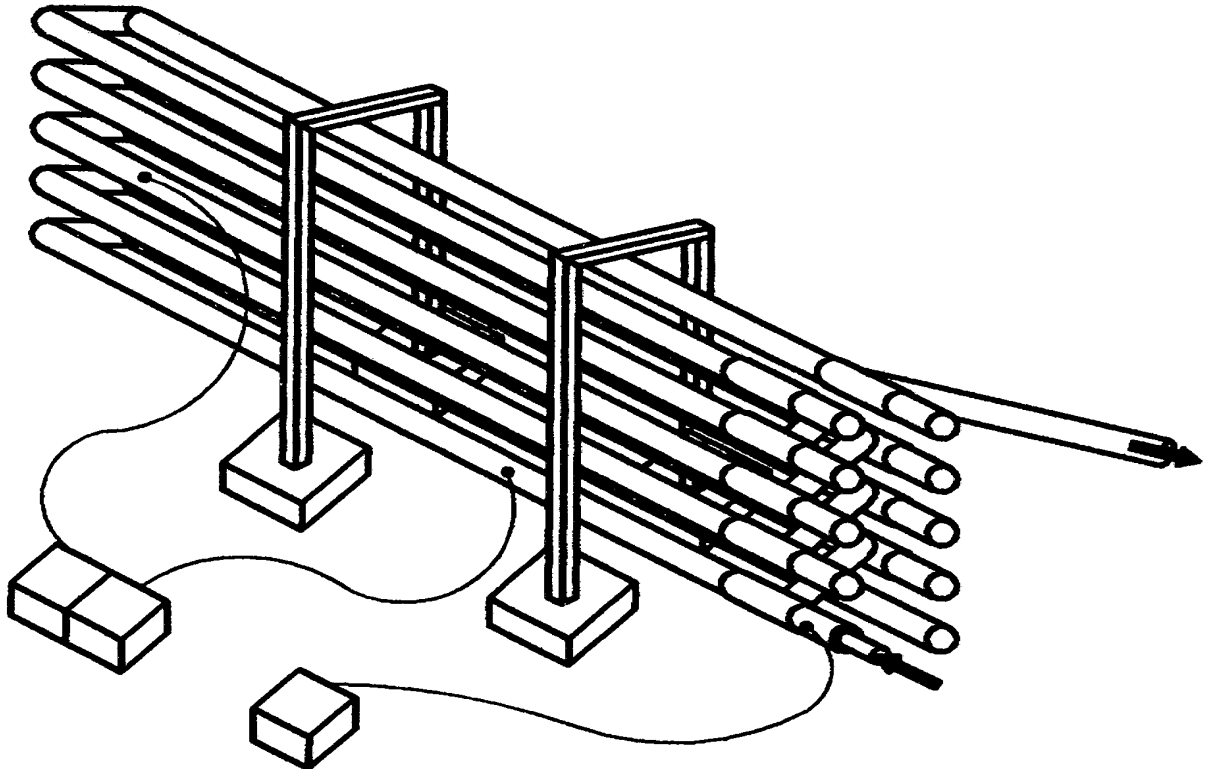


FIGURA 7

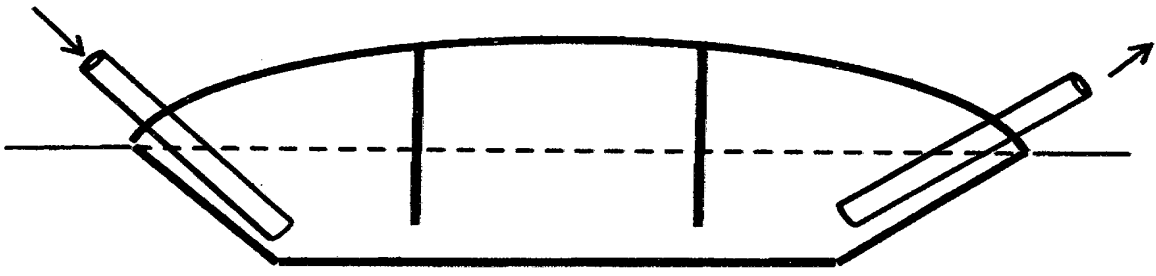
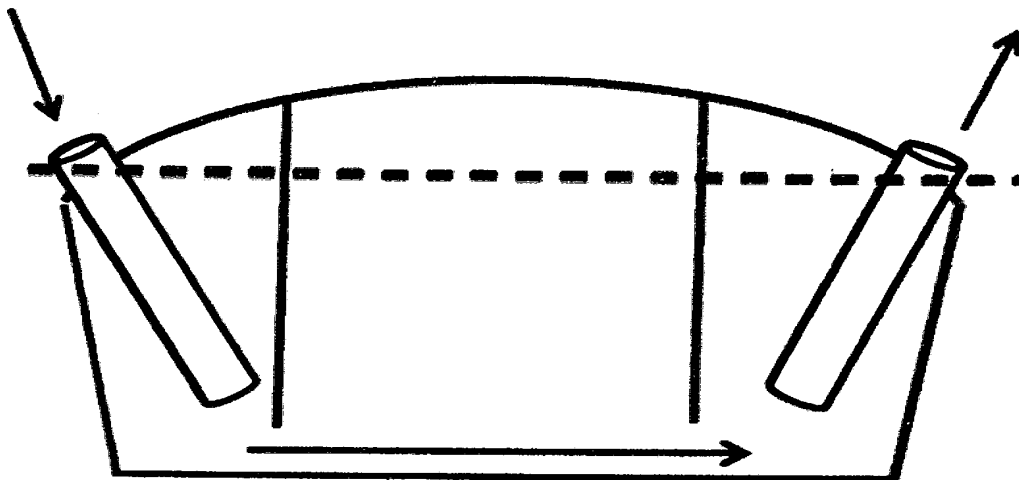


FIGURA 8



RESUMO**“PROCESSO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES EM ESTAÇÃO MODULAR E DISPOSITIVO MISTURADOR ESTÁTICO LINEAR COM FLUXO HIDRÁULICO HELICOIDAL”**

5 Processo de tratamento de águas e efluentes caracterizado pelo fato da separação do material poluente das águas e efluentes, ser feita em três etapas sucessivas executadas na mesma instalação, sendo:

- A primeira etapa ocorre através de processo físico de retirada de sólidos não solúveis por meio da aplicação de sistema de gradeamento (1) e

10

- A segunda etapa ocorre através de processos biofísicos, que consistem na digestão da matéria orgânica por bactérias anaeróbicas com posterior aeração do efluente por ar difuso durante um período, visando diminuir o teor de matéria orgânica do efluente através de digestão por bactérias aeróbicas e

15

- A terceira etapa ocorre através de processo físico-químico por meio da mistura de produtos químicos (estabilizador de pH, coagulantes e polímeros) ao efluente para formação de flocos no interior do misturador estático linear com fluxo hidráulico helicoidal (12) e sua posterior retirada no flotador (14).

20

O processo possibilita no final do tratamento, a reutilização da água para limpeza de instalações e irrigação de lavouras / jardins além do uso do material orgânico na adubação de lavouras.