

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

(21) **PI0706345-8 A2**

(22) Data de Depósito: 05/01/2007
(43) Data da Publicação: 22/03/2011
(RPI 2098)



(51) *Int.Cl.:*
C02F 3/28

(54) Título: **PROCESSO PARA A PURIFICAÇÃO ANAERÓBICA DE ÁGUAS RESIDUAIS USANDO UM SISTEMA DE LEITO DE LAMA, REATOR DE FLUXO ASCENDENTE, E, SEPARADOR TRIFÁSICO**

(30) Prioridade Unionista: 05/01/2006 EP 06075014.8

(73) Titular(es): Biothane Systems International B.V.

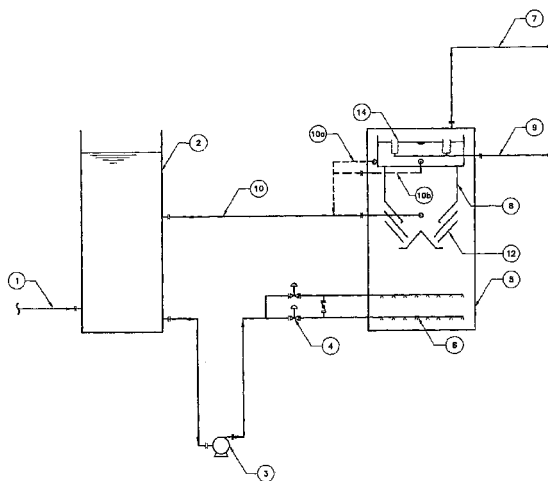
(72) Inventor(es): Michäel Johannes Otten, Robertus Johannes Frankin

(74) Procurador(es): Momsen, Leonardos & CIA.

(86) Pedido Internacional: PCT NL2007000003 de 05/01/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/078195de 12/07/2007

(57) Resumo: PROCESSO PARA A PURIFICAÇÃO ANAERÓBICA DE ÁGUAS RESIDUAIS USANDO UM SISTEMA DE LEITO DE LAMA, REATOR DE FLUXO ASCENDENTE, E, SEPARADOR TRIFÁSICO. A invenção é dirigida a um processo para a purificação anaeróbica de águas residuais, empregando-se um sistema de leito de lama, processo este compreendendo alimentar águas residuais e, opcionalmente, água de reciclagem para a parte inferior de um reator de fluxo ascendente, contendo principalmente biomassa granular, assim produzindo biogás no tratamento, passando a resultante mistura de gás/líquido/sólido para cima e separando o gás e sólido do líquido em um separador de três fases e, desse modo, gerando um efluente anaeróbico, que é retirado do topo do separador, o aperfeiçoamento compreendendo separar os sólidos do líquido em um separador, em que, acima da separação do gás da fase líquida, placas inclinadas, tubos ou outros internos inclinados são instalados no corpo do separador trifásico, para aumentar a superfície de sedimentação efetiva para um reator de fluxo ascendente adequado para este processo, assim como para um separador trifásico.



Arranjo Geral do Processo

“PROCESSO PARA A PURIFICAÇÃO ANAERÓBICA DE ÁGUAS RESIDUAIS USANDO UM SISTEMA DE LEITO DE LAMA, REATOR DE FLUXO ASCENDENTE, E, SEPARADOR TRIFÁSICO”

5 A presente invenção é na área de purificação biológica de águas residuais e, mais particularmente, no uso de sistemas de leito de lama em purificação anaeróbica de águas residuais.

O tratamento biológico das águas residuais utiliza biomassa ativa (bactérias), para converter os poluentes (substâncias orgânicas) em componentes inofensivos.

10 Basicamente há dois tipos de bactérias que podem realizar este tratamento. Para o tratamento chamado de anaeróbico (sem oxigênio) uma associação de bactérias anaeróbicas convertem os poluentes substancialmente em biogás.

15 No tratamento aeróbico, os poluentes são reduzidos sob condições aeróbicas (com oxigênio) em grande parte em novas bactérias / biomassa (lama em excesso), que necessitam então ser separadas das águas residuais tratadas e processadas separadamente;

20 Os sistemas anaeróbicos de reator de leito de lama utilizam bactérias anaeróbicas para converter os poluentes das águas residuais em biogás. Os sistemas são com frequência caracterizados por baixa produção líquida de biomassa (tipicamente 2 – 4 % de COD convertidos), como um resultado da baixa produção líquida de bactérias anaeróbicas envolvidas.

25 Isto é, por um lado, uma grande vantagem, visto que a biomassa em excesso, desenvolvida nos sistemas de tratamento de águas residuais, tem que ser descartada como um refugo sólido a custo significativo, porém isto produz, por outro lado, um aspecto sensível de retenção / manutenção de suficiente lama biológica ativa no sistema de tratamento (reator).

O método de reter biomassa em reatores de tratamento

anaeróbico pode ser realizado de várias maneiras. A imobilização da biomassa em um veículo fixo ou móvel é um método de separar o tempo de retenção de líquido do tempo de retenção de biomassa.

Um melhor e preferido método, entretanto, é fazer uso de biomassa principalmente granulada, conforme aplicado em reatores UASB, EGSB e IC.

Até hoje mais do que 85% de quaisquer aplicações industriais para tratamento anaeróbico de elevada taxa são baseadas em tecnologias anaeróbicas de leito de lama (Frankin R.J. (2001). Full scale experiences with anaerobic treatment of industrial wastewater. Wat Sci. Tech., 44(8), 1 – 6)

O processo de purificação geralmente compreende o uso de um sistema em que águas residuais brutas são introduzidas no fundo de um reator de fluxo ascendente, contendo biomassa dispersa em (parcialmente purificadas) águas residuais. Durante o processo de purificação anaeróbica biogás é produzido e uma mistura de líquido (água), sólidos (biomassa) e gás escoam para cima dentro do reator. Antes de as águas residuais purificadas poderem ser descarregadas, uma de separação de gás-líquido-sólidos tem que ocorrer.

Um sistema típico para tal processo é baseado em um tanque de condicionamento, a que as águas residuais brutas são alimentadas. Uma reciclagem de efluente anaeróbico do reator é também alimentada (normalmente por gravidade) para o tanque de condicionamento. Do tanque de condicionamento, a mistura é introduzida dentro da base de um reator de fluxo ascendente, através de um sistema de distribuição de afluente de design especial. Subseqüentemente, a água flui para cima através do denso leito de lama anaeróbico. COD solúvel é prontamente convertido em biogás, que é rico em metano, uma circulação ascendente de água e lama contendo gás é estabelecida. As seções do separador trifásico especialmente construídas no topo do reator antes de tudo permite que ocorra desgaseificação eficaz. Em

seguida as partículas sólidas, agora desprovidas de bolhas de gás presas, afundam de volta para o fundo do separador trifásico e são retornadas para o reator.

5 Em reatores de leito de lama, a biomassa é retida em virtude da boa sedimentabilidade de tal biomassa e ao uso de um separador trifásico ou separadores trifásicos no reator, que podem eficazmente separar-se (das águas residuais tratadas e do biogás produzido) e reter tal biomassa dentro do reator.

10 O objetivo da presente invenção é fornecer um processo de tratamento de águas residuais anaeróbico aperfeiçoado, baseado em tecnologia de leito de lama.

Isto é conseguido utilizando-se um processo e um reator para tratamento de águas residuais anaeróbico, com uma ou mais das seguintes características do sistema aperfeiçoado, que compreendem:

- 15 • Retenção e desempenho de lama aperfeiçoados pela utilização de um
 - método de reciclagem de efluente anaeróbico aperfeiçoado
 - separador trifásico ou separadores trifásicos aperfeiçoados com:
- 20 • Placas, tubos ou outros internos inclinados, instalados no corpo do separador trifásico, para aumentar a superfície efetiva de sedimentação.
- Instalações de limpeza do processo para o separador trifásico ou separadores trifásicos e os internos.
- 25 • Defletores de separação de gás de multi-placas, sob o separador trifásico ou separadores trifásicos, para tornar a separação de gás mais eficaz.
- Sistema(s) de distribuição de afluente aperfeiçoado(s).

Em um primeiro aspecto, a presente invenção reside em uma separação aperfeiçoada dos sólidos para o líquido. Nesta forma de realização,

um separador trifásico é usado, tendo placas, tubos ou outros internos inclinados, instalados no corpo do separador trifásico com o objetivo de aumentar a superfície de sedimentação efetiva, sem mudar o volume.

5 Desta maneira, a invenção é definida como um processo para a
purificação anaeróbica de águas residuais, utilizando-se um sistema de leito
de lama, processo este compreendendo alimentar águas residuais e,
opcionalmente, água de reciclagem, à parte inferior de um reator de fluxo
ascendente, contendo principalmente biomassa granular, assim produzindo
10 biogás no tratamento, passando a mistura de gás-líquido-sólidos resultante
para cima e separando o gás e sólidos do líquido em um separador trifásico e,
desse modo, gerando um efluente anaeróbico, que é retirado do topo do
separador, o aperfeiçoamento compreendendo separar o sólidos do líquido de
um separador, em que, acima da separação do gás da fase líquida, placas,
tubos ou outros internos inclinados são instalados no corpo do separador
15 trifásico, para aumentar a superfície de sedimentação efetiva.

Em uma outra sua forma de realização a invenção é dirigida a
um reator de fluxo ascendente, adequado para este processo, reator este
compreendendo um tanque de reator tendo incorporado nele separadores
trifásicos para separar gás, sólidos e líquido, separadores trifásicos estes
20 estando presentes na parte superior do dito reator, meios de distribuição de
afluente, para introduzir um fluxo de águas residuais dentro do reator, ditos
meios de distribuição de afluente estando presentes na parte inferior do reator,
meios de retirada de efluente para retirar efluente anaeróbico do separador e,
opcionalmente, meios de retirada de reciclagem para retirar um fluxo de
25 reciclagem do reator, em que o separador trifásico tem placas, tubos ou outros
internos inclinados no corpo do separador trifásico, acima da separação do gás
da fase líquida.

Uma terceira maneira de definir esta invenção é através de um
separador trifásico, separador este compreendendo um corpo de separador

principal, pelo menos uma entrada para uma mistura de gás-líquido-sólido, múltiplas placas defletoras de separação de biogás, para separar gás da mistura, placas, tubos ou outros internos inclinados, instalados no corpo de separador trifásico, acima da separação do gás da fase líquida, e meios para retirar efluente e, opcionalmente, também reciclar água do topo do separador trifásico.

Os internos do separador são posicionados em um ângulo de tipicamente 50 a 70°, para permitir sedimentação por gravidade dos sólidos coletados e o livre espaço entre as placas, dentro dos tubos ou entre os internos, é tipicamente de pelo menos 50 mm, para evitar bloqueio. Um importante aspecto aqui é que a separação de gás é localizada embaixo destes internos.

Isto pode ainda ser explicado com o seguinte exemplo:

- Fluxo de águas residuais brutas do design 100 m³/h
- Fluxo de águas residuais real 60 m³/h
- Fluxo de alimentado para o reator 150 m³/h, assim 50 m³/h de reciclagem de efluente anaeróbico sob condições do design
- O reator tem 3 separadores trifásicos de iguais comprimentos, cada um de superfície de sedimentação efetiva de 5 m², sem internos extras e superfície de sedimentação efetiva de 25 m², como um resultado de um pacote de tubos inclinados ~ 100 de tubos de Ø 150 mm cada, os tubos sendo posicionados sob um ângulo de 60° (no corpo de separador trifásico).

A carga de superfície eficaz sobre o separador trifásico, tanto para o design como a situação real, é de $100/15 = 6,67 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hora}$ em um sistema convencional. De acordo com a invenção, a carga de superfície eficaz sobre o separador trifásico é de $100/75 = 1,33 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hora}$ sob condições do design e somente de $60/75 = 0,8 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hora}$ sob condições operacionais reais.

Isto é uma grande vantagem tanto para um processo mais

eficaz (melhor inventário de lama, melhores taxas de desempenho e redução) como para obter-se custo de investimento total mais baixo.

Para realizar a mesma carga de superfície, menos do que separador trifásico (superfície) é necessário.

5 A recirculação de parte do efluente anaeróbico é benéfica para operação estável de um processo, reator ou dispositivo de leito de lama anaeróbico. Ela provê condições hidráulicas estáveis, reciclagem de alcalinidade e nutrientes e diluição das águas residuais / alimentação brutas (para evitar toxicidade e/ou sobrecarga local). Nos atuais processos, reatores
10 ou dispositivos de leito de lama anaeróbico é prática comum reciclar (parte do) efluente anaeróbico por gravidade, de volta a um tanque de condicionamento, após ter passado pelo separador trifásico ou separadores trifásicos completos. Isto resulta em uma carga de superfície extra (expressa como m^3 de água/ m^2 de superfície de separador trifásico. hora) nos separador
15 trifásico ou separadores trifásicos, visto que a carga de superfície é determinada pela alimentação total ao reator (= fluxo de águas residuais brutas + fluxo de recirculação) dividida pela área de superfície líquida disponível do separador trifásico.

Com os internos inclinados desta invenção já é conseguida
20 uma melhoria importante. Entretanto, combinando-se isto com um método de reciclagem aperfeiçoado, pode-se conseguir mesmo mais aperfeiçoamento.

Desta maneira, uma forma de realização preferida é retirar a água de reciclagem separadamente do efluente, pelo topo do reator fora do separador trifásico ou dos separador trifásico.

25 Seu novo aspecto é que a reciclagem do efluente anaeróbico não é retirada do efluente de separador trifásico, como é convencional, mas do topo do reator do lado de fora do separador trifásico, de uma seção dedicada do separador trifásico ou, preferivelmente, do fundo do separador trifásico, em que o biogás já foi separado e os sólidos sedimentados (do corpo de

separador trifásico) são coletados.

Há várias maneiras pelas quais a água de reciclagem pode ser retirada do topo do reator ou do separador trifásico. Em uma primeira forma de realização, a água de reciclagem é retirada do separador em um local em
5 que o gás já foi separado. Isto é preferivelmente realizado pelo fundo do separador, logo acima das placas defletoras de gás.

Em outra forma de realização, a reciclagem é retirada do topo do reator, fora do separador, isto é, da fase de sólido-gás-líquido. Nesta forma de realização é também possível localizar a retirada atrás de um dispositivo
10 defletor de gás, tal como uma placa inclinada, desse modo fornecendo alguma separação do gás da mistura de sólido-gás-líquido.

Em ainda outra forma de realização, é também possível dedicar um ou mais dos separadores trifásicos (desde que mais do que um esteja presente) ou parte dos separadores trifásicos para a reciclagem,
15 enquanto que o resto dos separadores ou partes dos separadores trifásicos são somente dedicados como separadores de produção de efluente.

A quantidade de água de reciclagem (em volume) geralmente será entre >0 e 95 % da quantidade combinada da água de reciclagem e efluente anaeróbico. Ao contrário, a quantidade de efluente anaeróbico será
20 entre 5 e < 100 % dela.

Como resultado, a carga de superfície eficaz ($\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hora}$) do separador trifásico é sempre a mais baixa possível e diretamente proporcional ao fluxo de alimentação de águas residuais brutas real.

Vantagens importantes da invenção são a possibilidade de
25 projetar menores separadores trifásicos, que reduziriam o custo do investimento, ou ter-se um melhor desempenho do separador trifásico, por causa de sua mais baixa carga hidráulica.

Muito freqüentemente, numerosos separadores trifásicos está presente em um reator. Em tal situação, é importante ter-se uma reciclagem

eficaz e igual de efluente anaeróbico de cada separador trifásico e acima do comprimento/superfície de cada separador trifásico.

Em uma outra forma de realização da invenção, isto é conseguido realizando-se a reciclagem do efluente por um sistema de fluxo mín/máx. de modulação.

Válvulas de abertura / fechamento automáticas são então instaladas nas linhas / tubos de reciclagem de cada separador trifásico. Desta maneira, uma reciclagem total ou parcial pode ser realizada por cada separador trifásico ou tubo separadamente. Em outras palavras, nesta forma de realização, o fluxo de reciclagem de cada separador trifásico é controlado pelas válvulas com que a distribuição da quantidade de reciclagem de cada separador trifásico é determinada.

Na primeira forma de realização, cada separador trifásico contém um tubo de coleta de recirculação de efluente anaeróbico no fundo, com diversas aberturas / fendas (no separador trifásico) através de seus comprimentos).

Cada tubo é estendido através das paredes dos respectivamente separador trifásico e do tanque de reator e contém uma válvula de abertura / fechamento automática (fora do reator), logo antes de todos os tubos serem conectados a um tubo vertical.

Este tubo vertical coleta o fluxo de reciclagem de efluente anaeróbico de cada separador trifásico e descarrega-o no tanque de condicionamento. Isto pode ainda ser explicado com o seguinte exemplo:

- Fluxo de águas residuais brutas do projeto $100 \text{ m}^3/\text{h}$.
- Fluxo de águas residuais real $60 \text{ m}^3/\text{h}$.
- Fluxo de alimentação ao reator $150 \text{ m}^3/\text{h}$, de modo que $50 \text{ m}^3/\text{h}$ de reciclagem de efluente anaeróbico sob condições do projeto
- Superfície do separador trifásico efetiva de 15 m^2 .
- O reator tem 3 separadores trifásicos de iguais

comprimentos.

Na situação da técnica anterior, a carga de superfície efetiva sobre o separador trifásico, tanto para o projeto como a situação atual, é de $150/15 = 10 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hora}$. De acordo com a forma de realização preferida da invenção, com a localização de reciclagem aperfeiçoada, a carga de superfície efetiva sobre o separador trifásico é de $100/15 = 6,67 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hora}$ sob condições de projeto e somente de $60/15 = 4 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{hora}$ sob condições operacionais reais.

De acordo com uma forma de realização preferida, as válvulas de abertura / fechamento da linha de reciclagem têm, por exemplo, a seguinte seqüência:

- A qualquer tempo 2 válvulas estão fechadas e 1 está aberta.
- A cada 5 minutos há uma mudança: um das válvulas fechadas abre-se e ao mesmo tempo a válvula que está aberta fecha.

Deste modo, a qualquer momento o fluxo de reciclagem total é retirado de um dos 3 separadores trifásicos a $50 \text{ m}^3/\text{h}$ sob condições de projeto e máximo $150 \text{ m}^3/\text{h}$ no caso de não haver fluxo de alimentação de águas residuais.

O resultado destes fluxos flutuantes durante o tempo é:

- (Mais) igual recirculação de cada separador trifásico e através dos comprimentos de cada separador trifásico.
- Limpeza automática do separador trifásico, com menos risco de bloqueio.

Além disso, a combinação de superfície de sedimentação extra e dos novos meios para reciclagem de efluente anaeróbica resulta em uma mais eficaz extração dos sólidos sedimentados no fundo do separador trifásico. Isto também reduz o risco de bloqueio.

No caso de um separador ou parte dele ser especificamente dedicado para água de reciclagem, é possível terem-se diferentes espécies de

interno do que nos separadores para o efluente, ou não empregarem-se internos de forma alguma.

Os meios de extração de efluente anaeróbico fornecem também a possibilidade de limpeza em-processo do(s) separador(es) trifásico(s) e seus internos, pela introdução de um retro-fluxo de água ou 5 reciclagens de (bio) gás através dos mesmos tubo e furos ou fendas de extração.

Isto é de especial importância quando um reator é operado sob pressão de biogás (completamente fechado) como sob tais condições que será 10 muito inconveniente abrir um reator para fins de inspeção ou limpeza.

O(s) separador(es) trifásico(s) de acordo com a presente invenção fará uso de múltiplas (2 a 10) placas defletoras de separação de biogás, similares como àquelas que são usadas nos separadores trifásicos de Biothane UASB e Biobed. Os sólidos sedimentados pelo separador trifásico 15 será positivamente retornado para o reator, como resultado de um fluxo de circulação induzido por diferença de gravidade (corrente mamute).

Um outro aspecto preferido importante, relacionado com este processo e reator de leito de lama anaeróbico inovativo, de acordo com a presente invenção, é relacionado com o aperfeiçoamento da mistura e 20 distribuição das águas residuais a serem tratadas com (toda) a biomassa disponível.

Tipicamente, o sistema de distribuição de afluente será executado com 1 bico por 1 até 4 m² de superfície de reator e tendo um mesmo número de bicos igualmente distribuídos através da superfície do 25 reator, empregando-se colunas com diversos bicos em uma coluna.

O aspecto especial desta forma de realização da invenção é que o reator será executado com diversas destas distribuições de afluente através de sua altura.

Não somente isto fornecer uma melhor distribuição e mistura

do fluxo de alimentação do reator com a biomassa disponível, como também, muito eficazmente, rompe as camadas de lama estagnantes, para evitar acúmulo de biogás em bolsas de gás, o que pode resultar em fluxos de produção de biogás irregulares e indesejados do reator.

5 Preferivelmente, um reator terá pelo menos 1, preferivelmente 2 a 5 sistemas de distribuição de afluente operando independentes. Estes sistemas serão localizados em diferentes planos através da altura do reator. Em geral, o primeiro sistema é localizado próximo da base do reator. Os outros sistemas de distribuição de afluente serão localizados acima do
10 primeiro, em locais entre 15 e 55 % da altura do reator.

Em uma configuração típica, um sistema é localizado no fundo do reator e ainda um respectivamente a 2, 4 e 6 m do fundo.

O sistema de distribuição de afluente pode ser executado como um sistema de fluxo min. / máx. modulador, com preferivelmente efluxo
15 preferivelmente horizontal, para melhor mistura e rompimento do leito de lama (para evitar aprisionamento de biogás). Tipicamente, 0 – 40% do fluxo são direcionados para metade dos bicos e, como resultado, 100 – 60% para a outra metade. A mudança preferida de min. a máx. é cada 5 a 5 minutos.

Em uma instalação utilizando dois sistemas de distribuição de
20 afluente tipicamente 20 a 80% do fluxo é dirigido para o sistema de distribuição de afluente do fundo e, como resultado, 80 a 20% do fluxo para o sistema de distribuição de afluente em mais alta elevação.

No caso de mais do que dois sistemas de distribuição de afluente forem usados, a distribuição do afluente através dos sistema é de 20 –
25 80 % para o sistema de distribuição de afluente de fundo e o resto, assim 80 – 20%, são distribuídos igualmente através do resto dos sistemas de distribuição de afluente em mais altas elevações.

Esta forma de realização é ainda explicada no seguinte exemplo:

- Fluxo de águas residuais brutas de projeto 100 m³/h.
- Fluxo de águas residuais reais 60 m³/h.
- Fluxo de alimentação ao reator 150 m³/h, assim 50 m³/h de

reciclagem de afluente anaeróbico sob condições de projeto

- 5 • Reator 600 m³, 15 m de altura, desse modo 40 m³ de superfície de reator

• O reator tem 3 sistemas de distribuição de afluente através de sua altura, um próximo da base, um a 2 m e um a 4 m de altura.

- 10 • Cada sistema de distribuição de afluente é equipado com 4 colunas e 10 bicos no total.

• ½ do fluxo de alimentação do reator (assim 75 m³/h) é dirigido ao sistema de distribuição de afluente de base e ¼ (assim 37,5 m³/h) é dirigido ao sistema de distribuição de afluente a respectivamente 2 e 4 m.

- 15 • Cada sistema de distribuição de afluente é operado com uma distribuição de fluxo mín / máx de 30% / 70 %, como explicado acima.

Os vários aspectos da invenção são agora elucidados com base nas figuras anexas, em que

a figura 1 fornece o arranjo geral do processo, consistindo de um reator e um tanque de condicionamento,

- 20 a figura 2a uma vista lateral de um separador trifásico,

a figura 2b uma vista de topo do separador,

a figura 2c outra vista de topo do separador,

a figura 3 um reator de fluxo ascendente, com sistemas de distribuição de afluente de múltiplos níveis,

- 25 as figuras 4a e 4b duas formas de realização de tubos de reciclagem direta

a figura 5 uma vista de topo de um reator de fluxo ascendente, com múltiplos separadores trifásicos, e

a figura 6 uma reciclagem do topo do reator empregando uma

placa defletora de gás.

Na figura 1, águas residuais brutas 1 são alimentadas ao tanque de condicionamento 2, onde elas são combinadas com a água de reciclagem 10 (fluxo por gravidade do reator de fluxo ascendente 5). No tanque de condicionamento 2, a água é condicionada (temperatura , pH, adição de nutrientes) por meios não mostrados. A bomba de alimentação do reator 3 bombeia a água condicionada via as válvulas 4 para os sistemas de distribuição de afluente 6 próximos da base do reator 5.

As águas residuais elevam-se dentro do reator, em que um leito de lama está presente, consistindo de principalmente lama granular. Devido à decomposição anaeróbica dos contaminantes nas águas residuais, o biogás é formado e uma mistura de sólido, líquido e gás desenvolve-se. A mistura penetra no separador trifásico 8, onde o gás é removido via os defletores inclinados 12. Os sólidos da mistura sedimentam-se através do separador e são retornados para o reator. O afluente limpado é retirado através de 9. O gás produzido é removido através da linha 7. A reciclagem é retirada (por gravidade) através da linha 10. Na alternativa, a reciclagem (toda por gravidade) pode ser retirada do local 10a (fora do separador trifásico) ou 10b (de parte do separador trifásico).

A Figura 2a fornece uma vista detalhada do separador trifásico 8, em que 13 indica a entrada de fluxo da água. Esta água contém ainda gás e sólidos e escoar entre as múltiplas placas defletoras de separação de biogás 12. Devido ao fluxo turbulento descendente da mistura, o gás preso é separado dos sólidos. Parte da mistura escoar para baixo através da seção entre o fundo das placas defletoras e o vão de gás mais baixo 11 e parte escoar para cima para dentro da seção interna 15 do separador 8. A seção interna 15 é preferivelmente fornecida com internos, tais como tubos inclinados ou placas inclinadas, para melhorar a separação de líquido-sólido. Os sólidos depositam-se na direção descendente e fluem para baixo de volta para dentro

do reator através da seção 16. O líquido escoar para cima para fora da seção interna 15 e, via as cubas de extravasamento 14, o efluente é removido através da linha 9. A reciclagem pode ser retirada da parte do fundo do separador trifásico 8 e em seguida via o tubo 10 flui por gravidade para o tanque de condicionamento.

Na figura 2b uma vista de topo do separador trifásico 8 foi fornecida, em que as indicações numéricas correspondem às indicações numéricas da descrição da figura 1 e 2a. Nesta figura várias possibilidades para as placas inclinadas foram fornecidas. 15a indica placas inclinadas corrugadas, 15b indica tubos inclinados e 15 indica placas planas inclinadas.

Na figura 2c, uma vista de topo de um separador trifásico foi fornecida, que tem uma seção dedicada específica para coletar reciclagem. Esta seção foi indicada como 16. Esta seção pode ser com ou sem internos. A água da seção 16 escoar através das cubas de extravasamento 14a para o tubo de reciclagem 10. O efluente escoar via as cubas 14 para o tubo de descarga de efluente 9.

Na figura 3, um múltiplo sistema de distribuição de afluente foi descrito, tendo quatro sistemas de distribuição 6a, 6b, 6c e 6d. A quantidade de água para os vários tubos de descarga é regulada via as válvulas 4a, 4b, 4c e 4d.

As Figuras 4a e 4b mostram detalhes de tubos de reciclagem direta, que são localizados preferivelmente no fundo do separador trifásico 10. A Figura 4a mostra o tubo tendo orifícios 17. A Figura 4b mostra as fendas 17a.

Na figura 5 é mostrada uma vista de topo de múltiplos separadores trifásicos de um reator de fluxo ascendente. Nesta forma de realização, dois separadores foram mostrados, porém é também possível incluírem-se mais separadores. Cada um dos separadores é conectado através de tubos de reciclagem direta com a linha de reciclagem 10. Os tubos de

reciclagem foram providos com válvulas, que podem ter uma posição aberta-fechada ou podem ser usados para regular o fluxo de 0 a 100%, gradual ou escalonadamente.

5 Na figura 6 foi mostrada uma possível forma de realização de um gás defletindo-se para fora do separador trifásico. Este dispositivo consiste de meios de deflexão de gás 19 e 20, que são localizados antes dos meios de retirada 10.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para a purificação anaeróbica de águas residuais usando um sistema de leito de lama, o processo compreendendo alimentar águas residuais e, opcionalmente, água de reciclagem, à parte inferior de um reator de fluxo ascendente, contendo principalmente biomassa granular, assim produzindo biogás no tratamento, passando a resultante mistura de gás/líquido/sólido para cima e separando o gás e sólido do líquido em um separador trifásico e, desse modo, gerando um efluente anaeróbico, que é retirado do topo do separador, caracterizado pelo fato de que compreende separar os sólidos do líquido em um separador, em que, acima da separação do gás da fase líquida, placas, tubos ou outros internos inclinados são instalados no corpo de separador trifásico, para aumentar a superfície de sedimentação efetiva.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato dos internos serem posicionados em um ângulo de 50 a 70°.

3. Processo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato da água de reciclagem ser retirada separadamente do efluente, do separador trifásico ou do topo do reator do lado de fora do separador trifásico.

4. Processo de acordo com a reivindicação 1 – 3, caracterizado pelo fato da água de reciclagem ser introduzida preferivelmente por gravidade dentro de um tanque de condicionamento, dentro do qual também as águas residuais (brutas) são introduzidas e do qual o fluxo combinado de águas residuais e reciclagem é introduzido para dentro do reator.

5. Processo de acordo com a reivindicação 1 – 3, caracterizado pelo fato das placas, tubos ou outros internos inclinados dentro do corpo do separador trifásico aumentam a superfície de sedimentação efetiva em um fator de 2 a 10.

6. Processo de acordo com a reivindicação 1 – 5, caracterizado

pelo fato de múltiplas placas defletoras de separação de biogás estarem presentes na entrada do separador trifásico, para evitar que o biogás penetre na seção de sedimentação real do separador trifásico, e fornecer separação eficaz do biogás (bolhas) fixado às partículas sólidas.

5 7. Processo de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de 2 a 10 placas defletoras de separação de biogás estarem presentes.

8. Processo de acordo com a reivindicação 1 – 7, caracterizado pelo fato da alimentação para o reator ser introduzida nele através de um sistema de distribuição de afluente de múltiplos níveis.

10 9. Processo de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de 2 a 5 níveis do sistema de distribuição de afluente estarem presentes.

15 10. Processo de acordo com a reivindicação 8 ou 9, caracterizado pelo fato do primeiro sistema de distribuição de afluente ser localizado próximo do fundo do reator e o outro sistema de distribuição de afluente ou sistemas de distribuição de afluente serem localizados acima do primeiro, em locais entre 15 e 55% da altura do reator.

20 11. Reator de fluxo ascendente, caracterizado pelo fato de ser adequado para o processo como definido na reivindicação 1 – 10, dito reator compreendendo um tanque de reator tendo incorporados nele separadores trifásicos para separar gás, sólido e líquido, separadores trifásicos estes estando presentes na parte superior do dito reator, meios de distribuição de afluente, para introduzir um fluxo de águas residuais para dentro do reator, ditos meios de distribuição de afluente estando presentes na parte inferior do reator, meios de retirada de efluente para retirar efluente anaeróbico do
25 separador e, opcionalmente, meios de retirada de reciclagem para retirar um fluxo de reciclagem do reator, em que o separador trifásico, acima da separação do gás da fase líquida, tem placas, tubos ou outros internos inclinados, instalados no corpo do separador trifásico.

12. Reator de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato dos internos serem posicionados em um ângulo de 50 a 70°.

13. Reator de acordo com a reivindicação 11 ou 12, caracterizado pelo fato de um tanque de condicionamento estar presente,
5 provido com meios de alimentação de águas residuais, meios de alimentação de reciclagem, preferivelmente baseados em gravidade, conectados com os meios de retirada de reciclagem do reator, e meios de alimentação para alimentar o fluxo de reciclagem e de águas residuais ao reator.

14. Reator de acordo com a reivindicação 11 – 13,
10 caracterizado pelo fato dos meios de retirada de reciclagem estarem presentes para retirar água de reciclagem, meios estes sendo separados dos meios de retirada de efluente e meios de retirada de reciclagem estes sendo projetados para retirar água dos separadores trifásicos ou do topo do reator do lado de fora dos separadores trifásicos.

15. Reator de acordo com a reivindicação 11 – 14, caracterizado pelo fato das múltiplas placas defletoras de separação de biogás estarem presentes na entrada do separador trifásico.

16. Reator de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de 2 a 10 placas defletoras de separação de biogás estarem presentes.

20. Reator de acordo com a reivindicação 11 – 16, caracterizado pelo fato da alimentação ao reator ser um sistema de distribuição de afluente de múltiplos níveis.

18. Reator de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de 2 a 5 sistemas de distribuição de afluente estarem presentes em
25 diferentes níveis dentro do reator.

19. Separador trifásico, caracterizado pelo fato de ser adequado para uso no processo como definido nas reivindicações 1 – 10 ou no reator como definido nas reivindicações 11 – 18, dito separador compreendendo um corpo de separador principal, pelo menos uma entrada

para uma mistura de gás-líquido-sólido, única ou múltiplas placas defletoras de separação de biogás, para separar gás da mistura, placas, tubos ou outros internos inclinados, instalados dentro do corpo do separador trifásico, acima da separação do gás da fase líquida, e meios para retirar efluente e, 5 opcionalmente, também água de reciclagem do topo do separador trifásico.

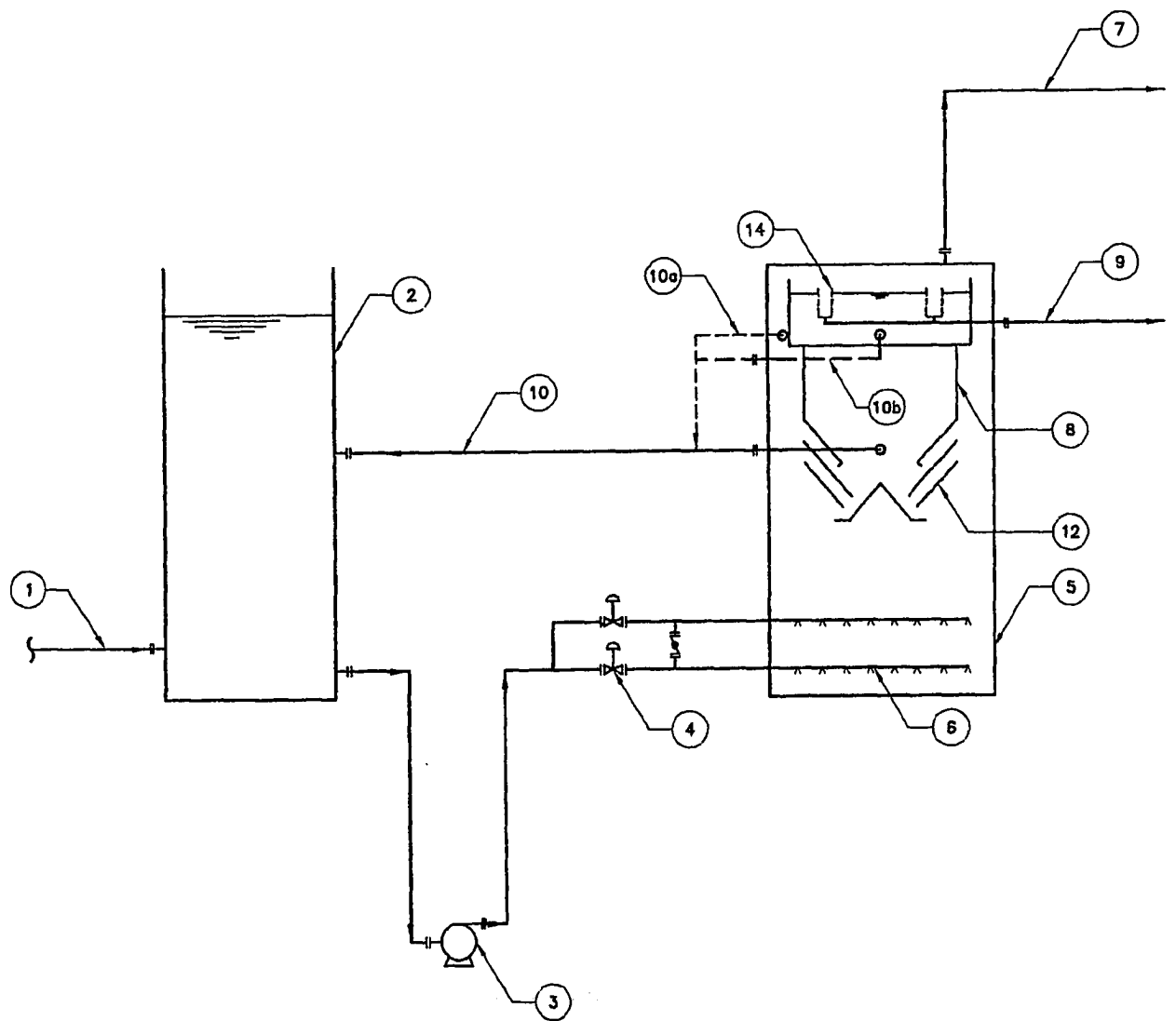


FIGURA 1 Arranjo Geral do Processo

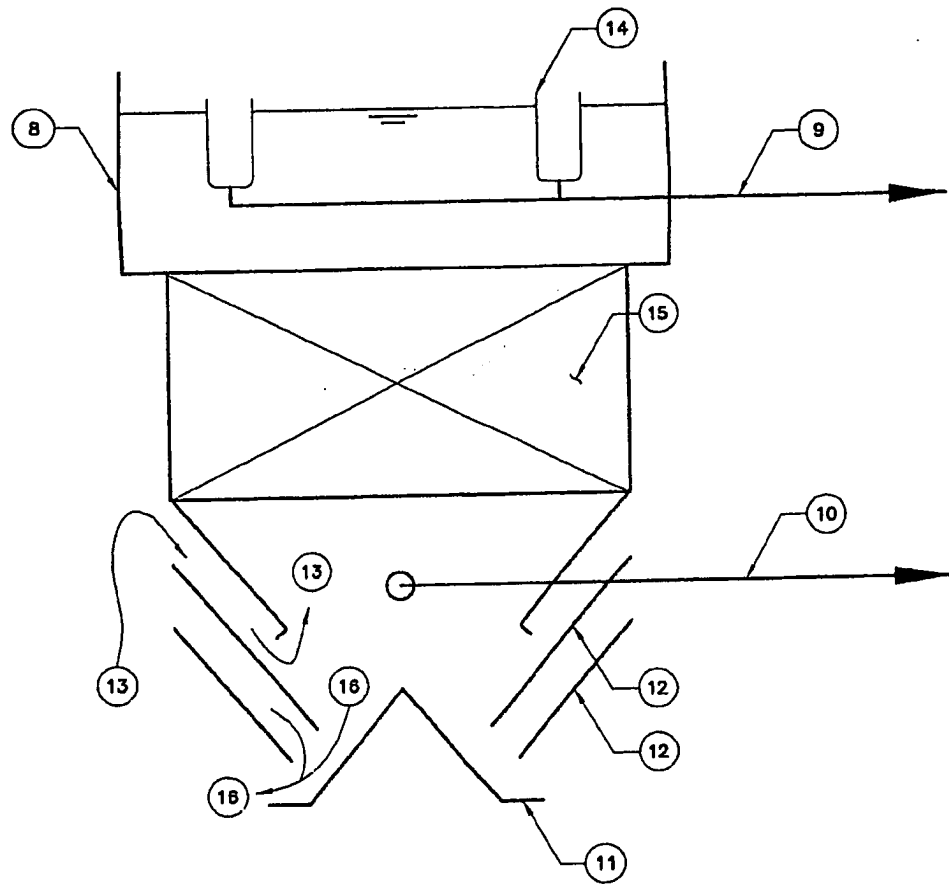


FIGURA 2a Separador trifásico

Vista lateral

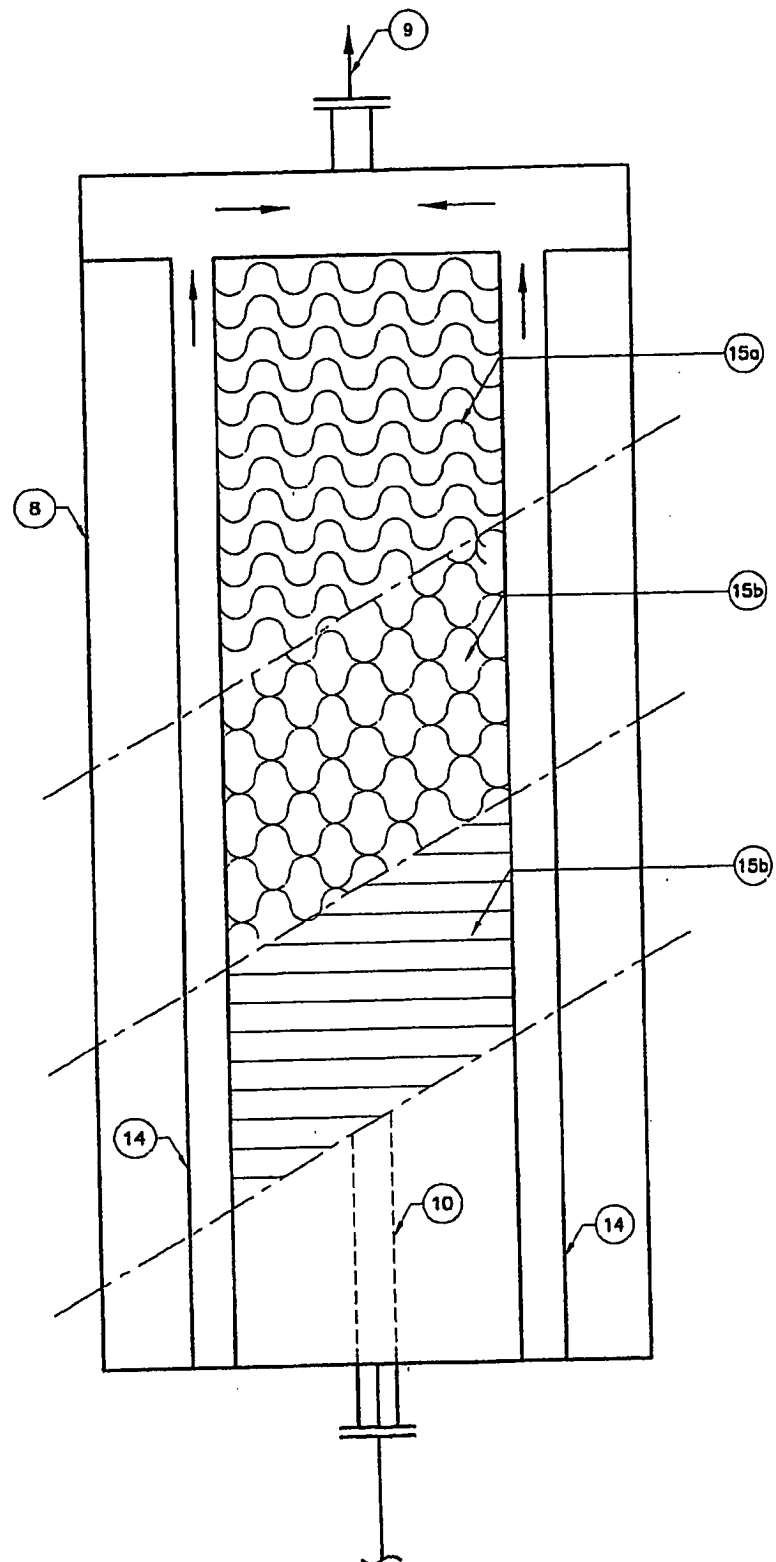


FIGURA 2b: Separador trifásico (vista de topo)
com tubo de reciclagem direta

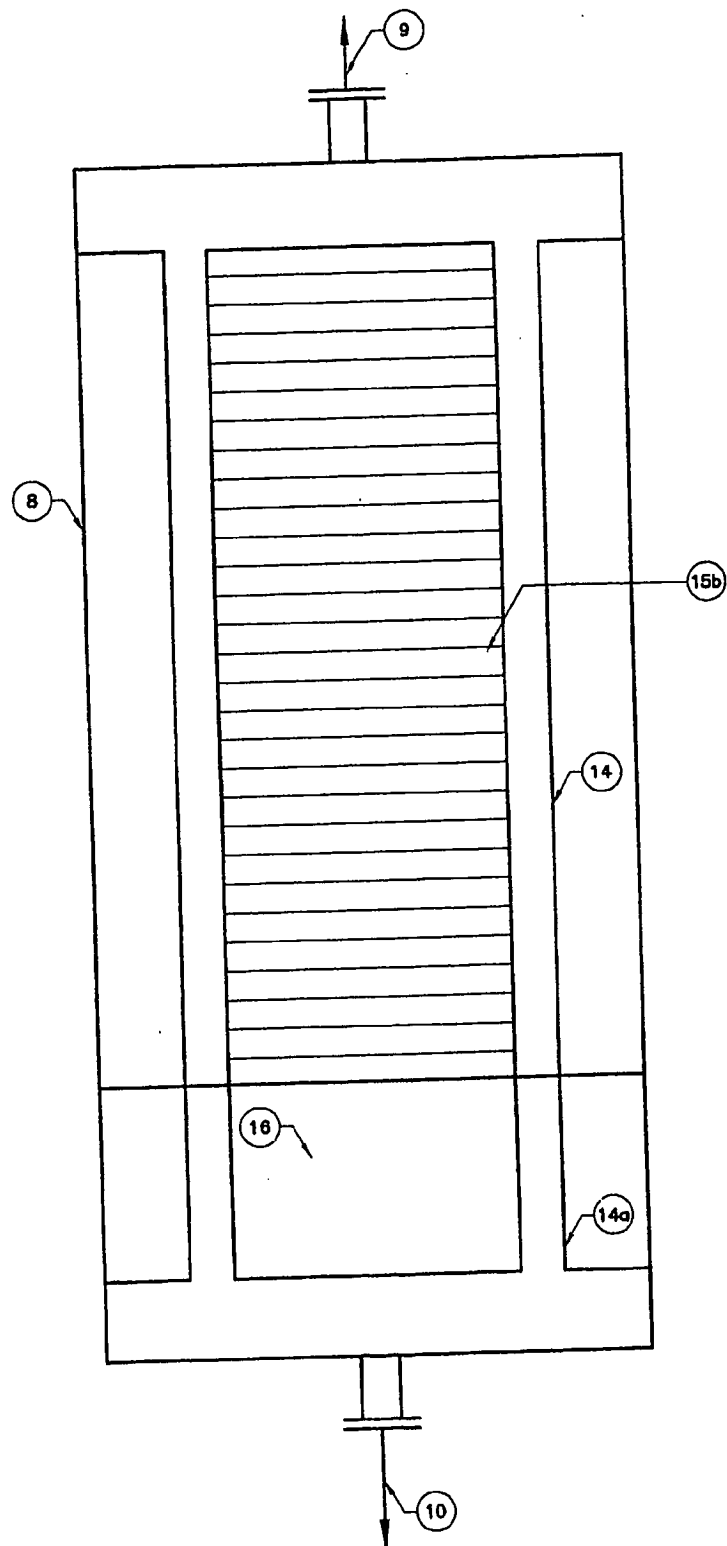


FIGURA 2c Separador trifásico (Vista de topo)

Seção dedicada para reciclagem direta

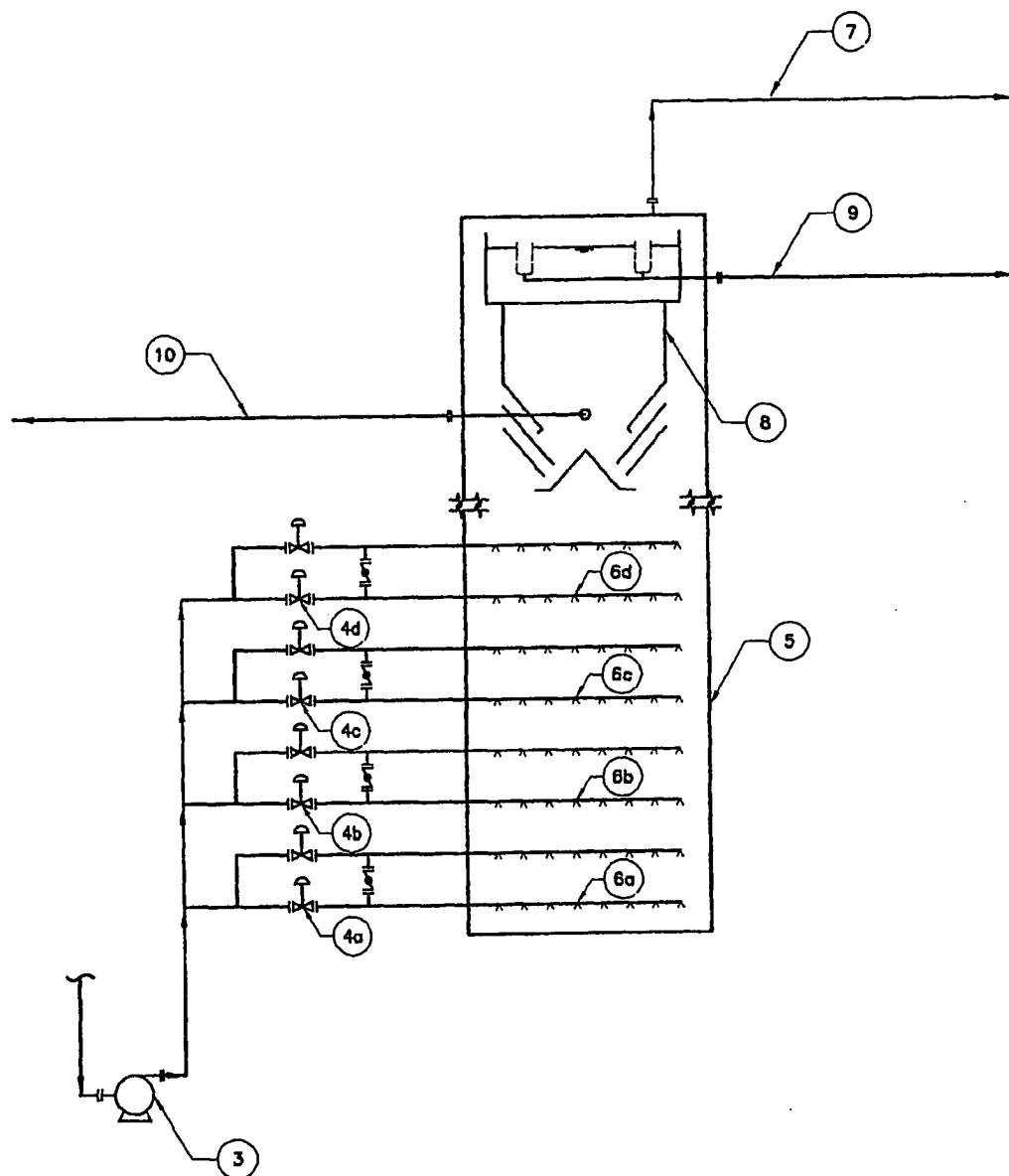


FIGURA 3 Reator de fluxo ascendente com sistema de distribuição de afluente de múltiplos níveis

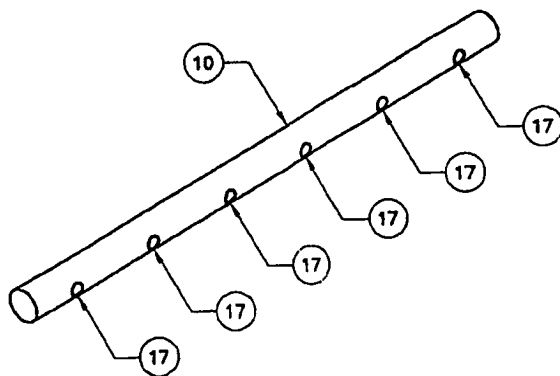


FIGURA 4a Detalhe do tubo de reciclagem direta
(furos), (fendas)

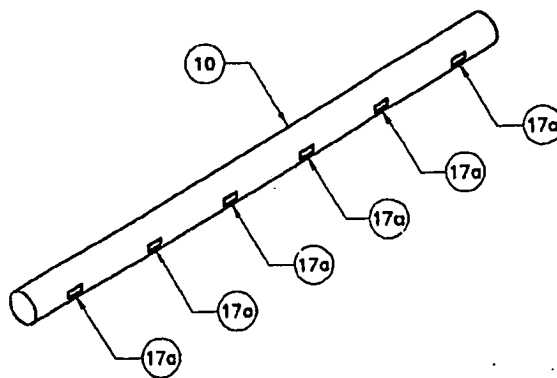


FIGURA 4b Detalhe do tubo de reciclagem direta
(furos), (fendas)

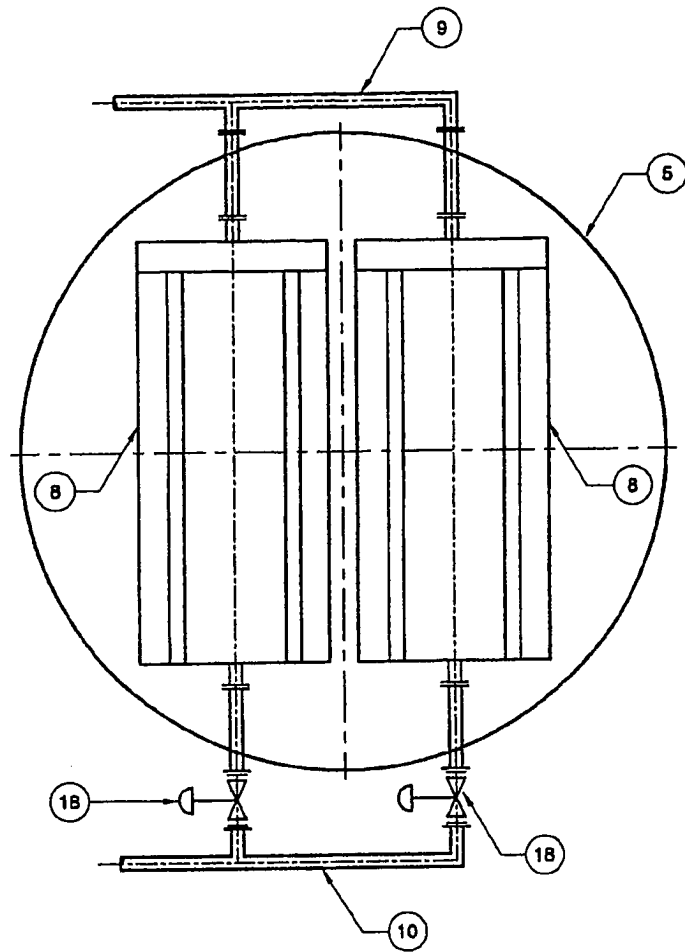


FIGURA 5 Múltiplos separadores trifásicos sem / com sistema de fluxo máx.

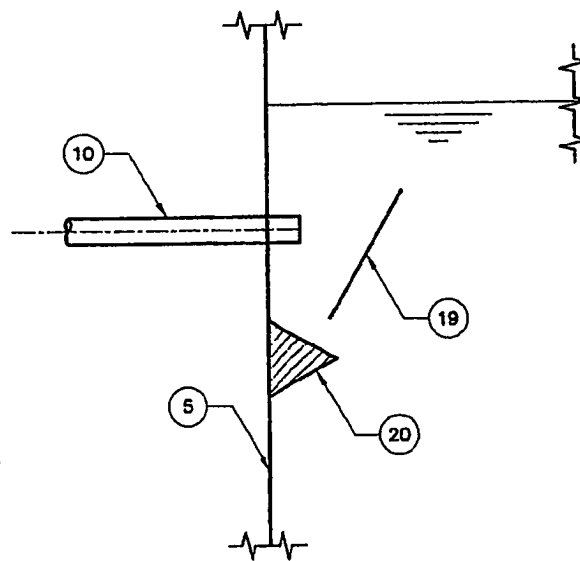


FIGURA 6 Dispositivo defletor de gás

RESUMO

“PROCESSO PARA A PURIFICAÇÃO ANAERÓBICA DE ÁGUAS RESIDUAIS USANDO UM SISTEMA DE LEITO DE LAMA, REATOR DE FLUXO ASCENDENTE, E, SEPARADOR TRIFÁSICO”

5 A invenção é dirigida a um processo para a purificação anaeróbica de águas residuais, empregando-se um sistema de leito de lama, processo este compreendendo alimentar águas residuais e, opcionalmente, água de reciclagem para a parte inferior de um reator de fluxo ascendente, contendo principalmente biomassa granular, assim produzindo biogás no
10 tratamento, passando a resultante mistura de gás/líquido/sólido para cima e separando o gás e sólido do líquido em um separador de três fases e, desse modo, gerando um efluente anaeróbico, que é retirado do topo do separador, o aperfeiçoamento compreendendo separar os sólidos do líquido em um separador, em que, acima da separação do gás da fase líquida, placas
15 inclinadas, tubos ou outros internos inclinados são instalados no corpo do separador trifásico, para aumentar a superfície de sedimentação efetiva para um reator de fluxo ascendente adequado para este processo, assim como para um separador trifásico.