



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL  
Ministério da Indústria, do Comércio e do Turismo.  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

# (11) (21) PI 9304563-8 A

(22) Data de Depósito: 23/11/83

(43) Data de Publicação: 18/07/95 (RPI 1285)



(54) Título: Câmara de flotação para separação de microorganismos e respectivo processo de separação

(71) Depositante(s): Universidade Estadual Paulista  
Julio de Mesquita Filho -  
UNESP (BR/SP); Fundação  
Banco do Brasil - FBB (BR/DF)

(72) Inventor(es): William Greenhalf; Maurício Cesar  
Palmieri; Cecília Lалуce

(74) Procurador: Geraldo Mendes Xavier

(57) **Resumo** Trata-se de um equipamento e processo de separação seletiva e recirculação de microorganismos, realizado através de injeção de ar com a finalidade de aumentar a produtividade do produto final. A câmara de flotação consiste de uma caixa de vidro (1), envolta lateralmente por uma camisa (2) de circulação de água à temperatura controlada, fechada na parte superior por uma placa de aço inox (3) que é dotada internamente de uma parede central (5) que divide a caixa (1) em duas partes (A) e (B); dita placa (3) provida, na parte (B), de borbulhador (7) com saídas de ar superior (8) e inferior (9) e, na parte (A), a placa (3) possui orifícios (10) para agitação; pH-metro (11); saída de ar do sistema (12); entrada de meio (13); entrada de NaOH (14); medidor de temperatura (15), sendo a caixa (1) fechada, na parte inferior, por uma placa de aço inox (18), que possui uma divisão em ângulo (19) sob a parede (5), e o conjunto, elevado através de um suporte de quatro pernas (26) ligado às placas superior (3) e inferior (18). O processo consiste da recirculação das células por flotação em forma de espuma, ou seja, por uma leve passagem de ar através de um meio definido, livre de surfactantes artificiais, sendo a espuma empurrada do tanque de separação para o tanque de produção por um jato de ar, através de uma passagem livre entre os tanques acima do nível do líquido.

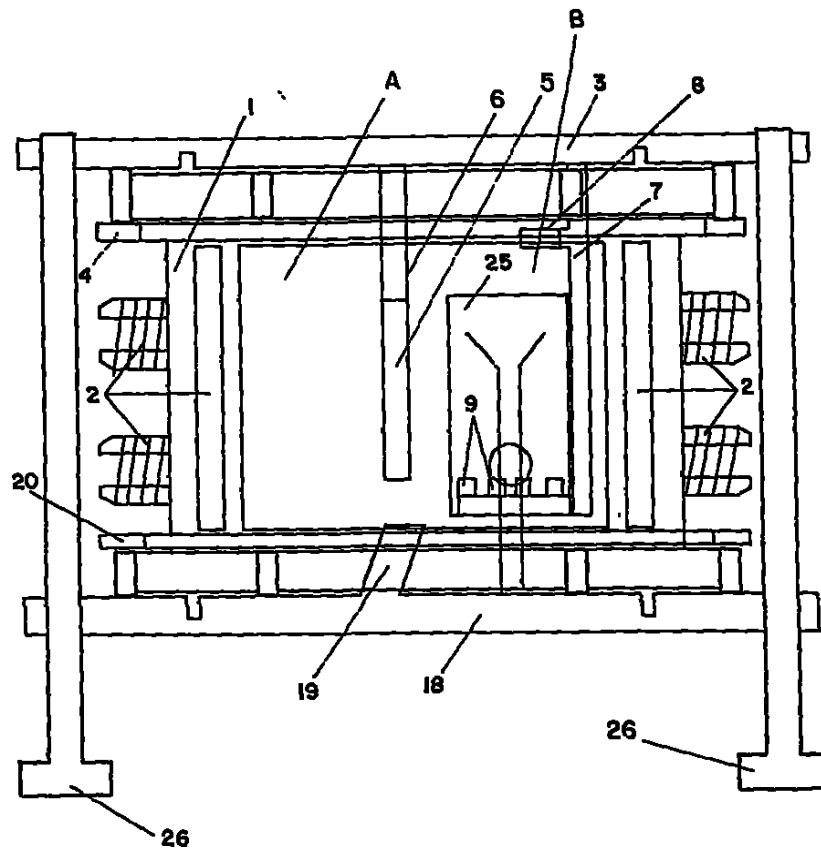


Fig. 1

Relatório Descritivo da Patente de  
Invenção: "CÂMARA DE FLOTAÇÃO PARA SEPARAÇÃO DE MI  
CROORGANISMOS E RESPECTIVO PROCESSO DE SEPARAÇÃO".

A presente invenção se refere a um  
5 processo de separação seletiva e recirculação de mi  
croorganismos, realizado através de injeção de ar  
com a finalidade de aumentar a produtividade do pro  
duto final, que pode ser álcool; proteínas heterólo  
gas ou qualquer outro metabólito de interesse comer  
10 cial. A presente invenção também se refere a uma câ  
mara constituída de dois tanques onde ocorrem, simul  
taneamente, a fermentação e a reciclagem do microor  
ganismo.

Processos fermentativos de um modo  
15 geral são caracterizados pela produção de uma subs  
tância (metabólito natural ou não) com a utilização  
de microorganismos em escala industrial. Pode-se ci  
tar como exemplos destes processos a produção de pro  
teínas heterólogas, tais como insulina e interferons  
20 e a produção de etanol combustível entre outros.

Atualmente existem vários proces  
sos que são utilizados em escala industrial para fa  
bricação de produtos baseados na fermentação. Entre  
estes estão:

25 - processo em batelada: processo utilizado na maio  
ria das fermentações (produção de substâncias quí  
micas pesadas ou finas). Consiste em se realizar a  
fermentação em porções, ou seja, coloca-se no rea  
tor a matéria-prima e o microorganismo que é o a  
30 gente da transformação. Deixa-se fermentar por um

# BIOBIO

- 2 -

determinado período de tempo e, então, esvazia-se o reator, limpa-o e reinicia uma nova rodada, que é chamada de batelada.

Uma variação deste processo chama-se batelada alimentada que, em vez de se colocar toda a matéria-prima no começo, esta é adicionada em etapas. O reator então é preenchido até metade da capacidade e deixado em fermentação sendo que, a cada intervalo de tempo definido, é adicionado um pouco mais de substrato, até se atingir o volume total do reator que, por fim, após o último período de fermentação é esvaziado, limpo e reiniciado com o substrato novo. Este processo de batelada alimentada tem a vantagem sobre o anterior de evitar a inibição do microorganismo pela alta concentração inicial de substrato.

Este tipo de processo possui muitos inconvenientes como baixo tempo de operação; perda de microorganismo devido ao desgaste de grande parte da população no final da batelada e a mudança das condições de crescimento durante cada batelada, com o aumento da concentração de células e produtos/subprodutos do processo e a queda da concentração de substrato (em batelada alimentada esta queda acontecerá em ciclos com um aumento transitório em cada alimentação). Estas mudanças marcam variações na produtividade, que significa períodos de baixo rendimento;

- processo contínuo: o processo contínuo é caracterizado por ser um sistema em equilíbrio quanto à produção de biomassa e produto, com o nível de crescimento determinado por um fluxo de substrato (fluxo de entrada sendo igual ao fluxo de saída).

Este processo é superior ao sistema de batelada quanto ao tempo de operação, que é bem maior e pode ser controlado, levando-se em con

sideração o crescimento das células, de forma a obter o melhor rendimento para as condições de operação.

Na prática, porém, quando se trabalha em escala industrial, a obtenção de um equilíbrio que conduza a resultados satisfatórios é difícil. Por isso a aplicação de sistemas contínuos verdadeiros é limitada. Além de problemas técnicos há uma saída permanente de células do sistema, que também consiste em um desperdício. Uma variação deste sistema é o denominado processo semi-contínuo que possui a alimentação e saída de forma descontinua como se fosse um processo de pequenas bateladas. Apesar do aumento de produtividade possível com este processo (sobre o de batelada simples), ocorre a soma das desvantagens encontradas em ambos como descrito acima, porém de forma reduzida;

-- processo com células imobilizadas: este processo consiste em fixar o microorganismo em uma matriz de forma a mantê-lo no sistema durante a fermentação evitando assim a perda de biomassa. Este sistema permite operação de modo contínuo e com alta velocidade de produção, porém, apresenta algumas desvantagens, tais como a diminuição da superfície de contato com a matriz, do mesmo modo o crescimento das células produz uma camada de biomassa que reduzirá ainda mais o contato das células com o substrato, e também causará uma inutilização da matriz sendo necessária a sua substituição.

Para acabar com os inconvenientes supramencionados foi desenvolvido o presente processo que reúne as vantagens de um processo contínuo e as de um processo de células imobilizadas, por permitir um funcionamento do sistema de forma contínua com células livres, o que garante um controle sobre

o crescimento e um alto tempo de operação com altos rendimentos, e ao mesmo tempo uma recirculação controlada de células, que reduz perdas de biomassa e aumenta a produtividade.

5 O processo caracteriza-se por fazer a recirculação das células utilizando-se o fenômeno da flotação em forma de espuma. Esta formação de espuma difere da formação de espuma convencional pelo uso de somente uma leve passagem de ar através de um meio

10 definido, livre de surfactantes artificiais, determinado como uma característica de várias linhagens de levedura, mas não encontrada na maioria das cepas e em bactérias. A espuma é empurrada de um tanque de separação para o tanque de produção, por um jato de ar

15 através de uma passagem livre entre estes tanques acima do nível de líquido. Os tanques de produção e separação também estão ligados por uma passagem livre sob o nível do líquido, de modo que as células podem passar livremente por difusão entre eles. O meio é injetado dentro do tanque de produção e retirado de um

20 ponto longe da superfície no tanque de separação, saindo pobre em células flotantes e enriquecido de não flotantes, ou seja, contaminantes, o que contribui para elevar o rendimento do processo.

25 Deve-se destacar as diferenças deste processo com dois já existentes que são: a recirculação de células nas dornas de fermentação em destilarias de álcool, que é simplesmente o aproveitamento das células que são carregadas pela espuma que se forma espontaneamente e de uma forma não controlada durante o processo fermentativo. O outro sistema é o processo de "tower lift", que utiliza a passagem de ar pelo sistema para reduzir a perda de células na saída do meio de um sistema contínuo ou semi-contínuo.

30

35 Neste caso não ocorre produção de espuma e a ascensão das células é feita pela passagem de gás de alta pres

são que se sabe provocar mortalidade celular.

Para aproveitar as características deste processo fermentativo utilizando a flotação foi desenvolvida uma câmara de flotação, objeto da presente invenção, onde é possível desenvolver o cultivo contínuo de um determinado microorganismo em um de seus tanques e, simultaneamente, seu reciclo através da flotação por espuma no outro tanque, diminuindo assim, a perda de células pela saída de meio; aumentando a velocidade e o rendimento do processo.

A câmara de flotação será melhor compreendida com a descrição pormenorizada das figuras, em anexo, que, de forma esquemática, representam:

- Figura 1 - vista frontal da câmara.
- 15 - Figura 2 - vista lateral da câmara.
- Figura 3 - vista superior da câmara.
- Figura 4 - vista superior em corte da câmara.
- Figura 5 - vista em perspectiva da câmara.
- Figura 6 - esquema de funcionamento da câmara.

20 Conforme pode ser observado através das figuras, a câmara de flotação, objeto da presente invenção, é constituída de uma caixa de vidro (1) aberta nas extremidades superior e inferior e envolta lateralmente por uma camisa (2) para circulação de água à temperatura controlada. A parte superior será fechada por uma placa de aço inoxidável (3) presa à caixa de vidro (1) por meio de uma flange (4) colocada na borda da caixa (1). A placa superior (3) é dotada internamente de uma parede central (5) que divide a caixa de vidro (1) em duas partes (A) e (B). Esta parede central (5) está presa à placa superior (3) por uma haste (6) e não toca a caixa de vidro (1), deixando uma abertura superior e inferior. A placa superior (3) possui em sua parte (B) um borbulhador (7) que se estende até o fundo da caixa de vidro (1). O borbulhador (7) é constituído de um tubo de aço inoxidável contendo



- 6 -

do duas saídas de ar superior (8) na altura da abertu  
ra superior da parede central (5) e um saída de ar  
inferior (9) em forma de "sparger". A placa superior  
(3) possui, na parte (A), orifícios (10) destinados à  
5 agitação, pH-metro (11), saída de ar do sistema (12),  
entrada de meio (13), entrada de NaOH (14), medidor  
de temperatura (15) e, na parte (B), orifícios desti  
nados à entrada do ar (16) (onde é colocado o borbulha  
dor (7)) e amostragem de espuma (17). A parte infe  
10 rior é fechada por uma placa inferior (18) de aço ino  
xidável, que possui uma divisão em ângulo (19), sob a  
parede (5) da placa superior. A placa inferior (18)  
está presa à caixa de vidro (1) por uma flange (20).  
A placa (18) possui em sua parte (A) orifícios desti  
15 nados a amostragem do espaço morto (21) e amostragem  
do espaço com agitação (22) e, na sua parte (B), ori  
fícios destinados a amostragem do tanque B (23) e pa  
ra saída de meio (24). A placa inferior (18) em sua  
parte (B) é dotada internamente de um "wier" (25) para  
20 a manutenção do nível do meio e para a retirada do ex  
cesso. Todo o sistema é elevado através de um suporte  
constituído por quatro pernas (26) ligadas às placas  
superior (3) e inferior (18).

## REIVINDICAÇÕES

1 - CÂMARA DE FLOTAÇÃO PARA SEPARAÇÃO DE MICROORGANISMOS, caracterizada por ser constituída de uma caixa de vidro (1), envolta lateralmente por uma camisa (2) de circulação de água à temperatura controlada, fechada na parte superior por uma placa de aço inox (3) que é dotada internamente de uma parede central (5) que divide a caixa (1) em duas partes (A) e (B); dita placa (3) provida, na parte (B), de borbulhador (7) com saídas de ar superior (8) e inferior (9) e, na parte (A), a placa (3) possui orifícios (10) para agitação; pH-metro (11); saída de ar do sistema (12); entrada de meio (13); entrada de NaOH (14); medidor de temperatura (15), sendo a caixa (1) fechada, na parte inferior, por uma placa de aço inox (18), que possui uma divisão em ângulo (19) sob a parede (5), e o conjunto, elevado através de um suporte de quatro pernas (26) ligado às placas superior (3) e inferior (18).

2 - CÂMARA DE FLOTAÇÃO PARA SEPARAÇÃO DE MICROORGANISMOS, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por serem as placas superior (3) e inferior (18) presas à caixa (1) através de flanges (4) e (20).

3 - CÂMARA DE FLOTAÇÃO PARA SEPARAÇÃO DE MICROORGANISMOS, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por ser a parede central (5) presa à placa superior (3) por uma haste (6) e por não tocar a caixa (1).

4 - CÂMARA DE FLOTAÇÃO PARA SEPARAÇÃO DE MICROORGANISMOS, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por ser a parede central (5) presa à placa superior (3) por uma haste (6) e por não tocar a caixa (1).



ÇÃO DE MICROORGANISMOS, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por ser o borbulhador (7) constituído de um tubo de aço inox contendo duas saídas de ar superior (8) na altura da abertura superior da parede central (5) e uma saída de ar inferior (9) em forma de "sparger".

5 - CÂMARA DE FLOTAÇÃO PARA SEPARAÇÃO DE MICROORGANISMOS, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por ser a parte (B) da placa (3) dotada de orifícios para entrada de ar (16) e amostragem de espuma (17).

6 - CÂMARA DE FLOTAÇÃO PARA SEPARAÇÃO DE MICROORGANISMOS, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por ser a placa (18) dotada na parte (A) de orifícios (21) de amostragem do espaço morto e amostragem do espaço com agitação (22) e, na parte (B), de orifícios (23) de amostragem do tanque B e para saída do meio (24).

7 - CÂMARA DE FLOTAÇÃO PARA SEPARAÇÃO DE MICROORGANISMOS, de acordo com a reivindicação 6, caracterizada por ser a placa (18) em sua parte (B) dotada internamente de um "wier" (25) para manutenção do nível do meio e retirada do excesso.

8 - PROCESSO DE SEPARAÇÃO DE MICROORGANISMOS, realizado através da câmara de flotação descrita na reivindicação 1, caracterizado por consistir da recirculação das células por flotação em forma de espuma, ou seja, por uma leve passagem de ar através de um meio definido, livre de surfactantes artificiais, sendo a espuma empurrada do tanque de separação para o tanque de produção por um jato de ar, através de uma passagem livre entre os tanques acima do nível de líquido.

9 - PROCESSO DE SEPARAÇÃO DE MICROORGANISMOS, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado por ser o meio injetado dentro do tanque de

- 3 -

produção e retirado de um ponto longe da superfície no tanque de separação, saindo pobre em células flo tantes e enriquecido de não flotantes, ou seja, contaminantes.

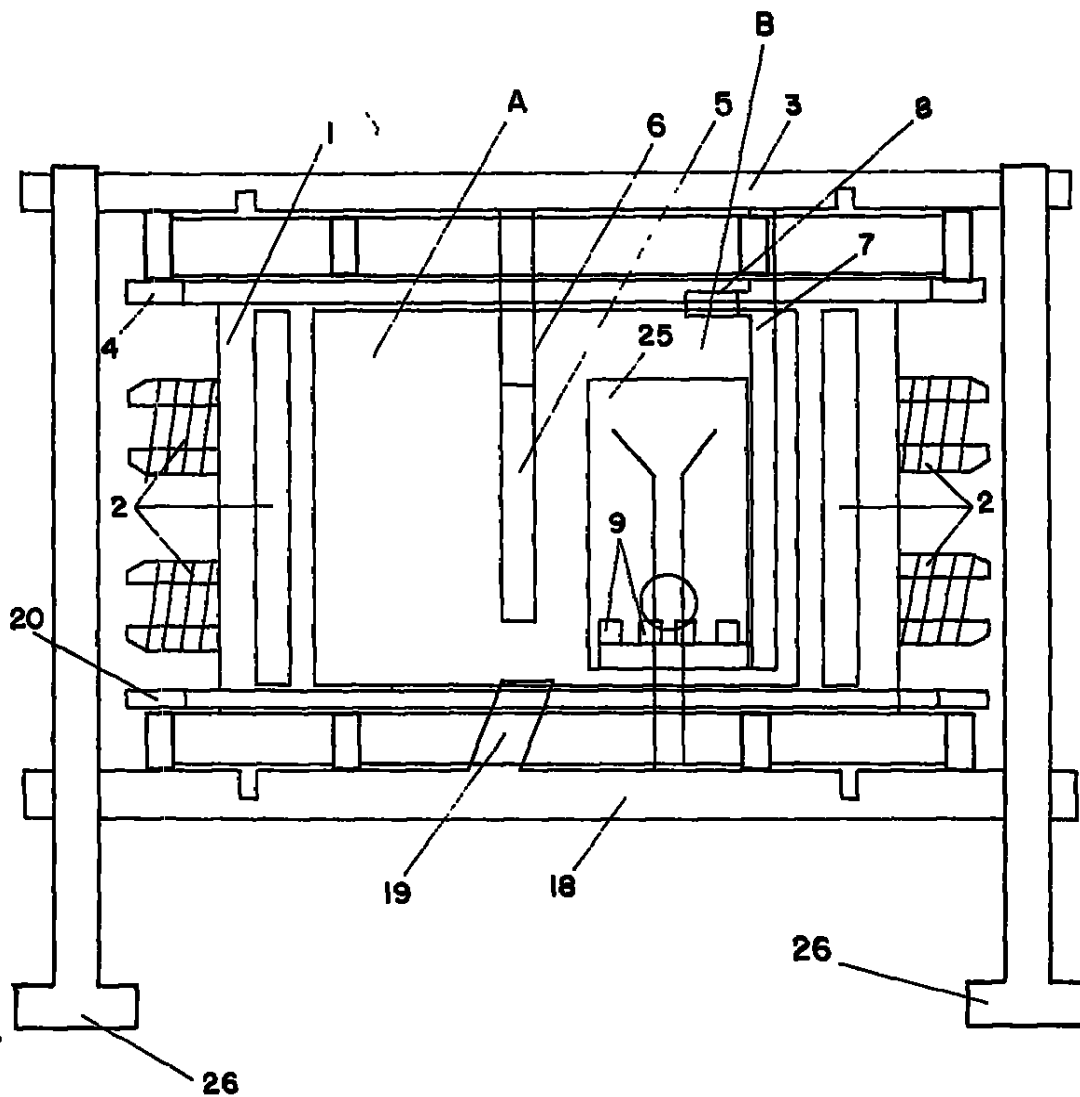


Fig. 1

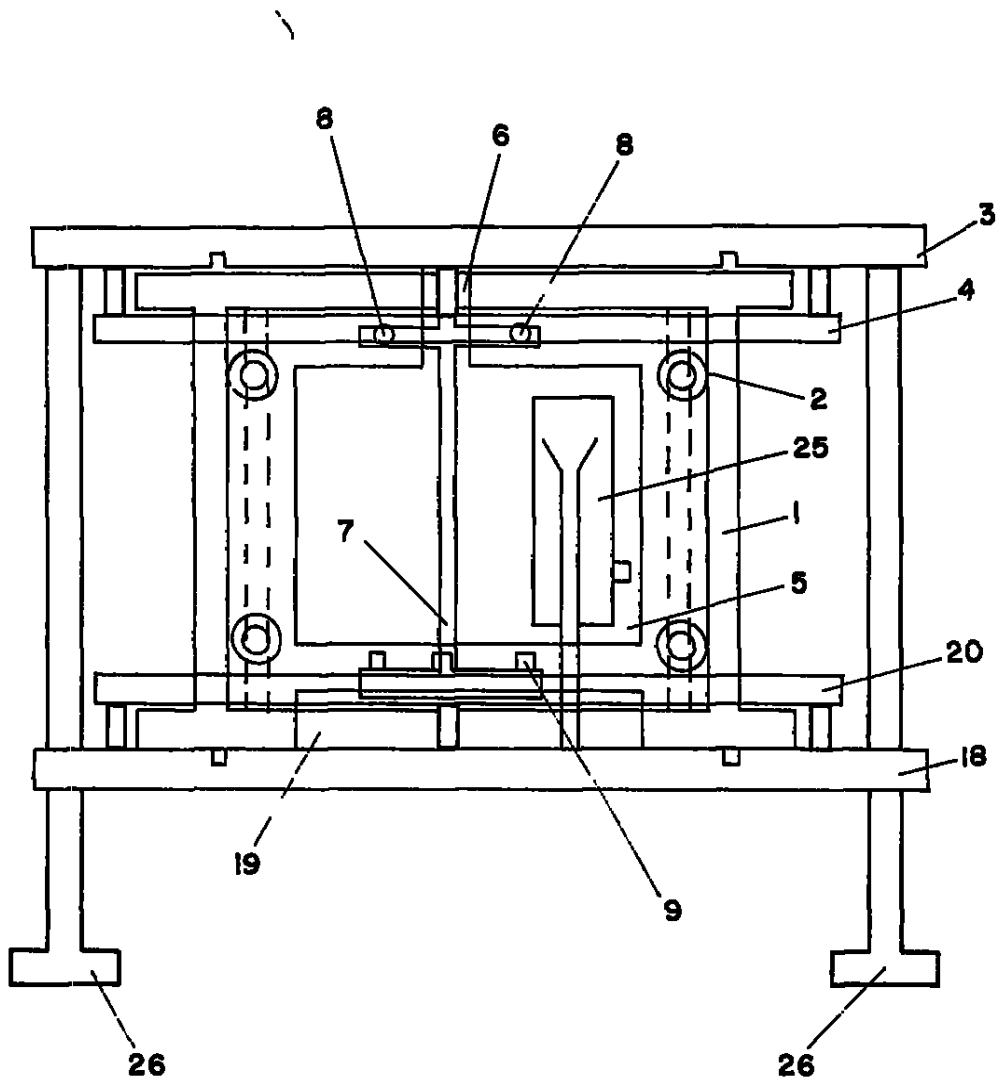


Fig. 2

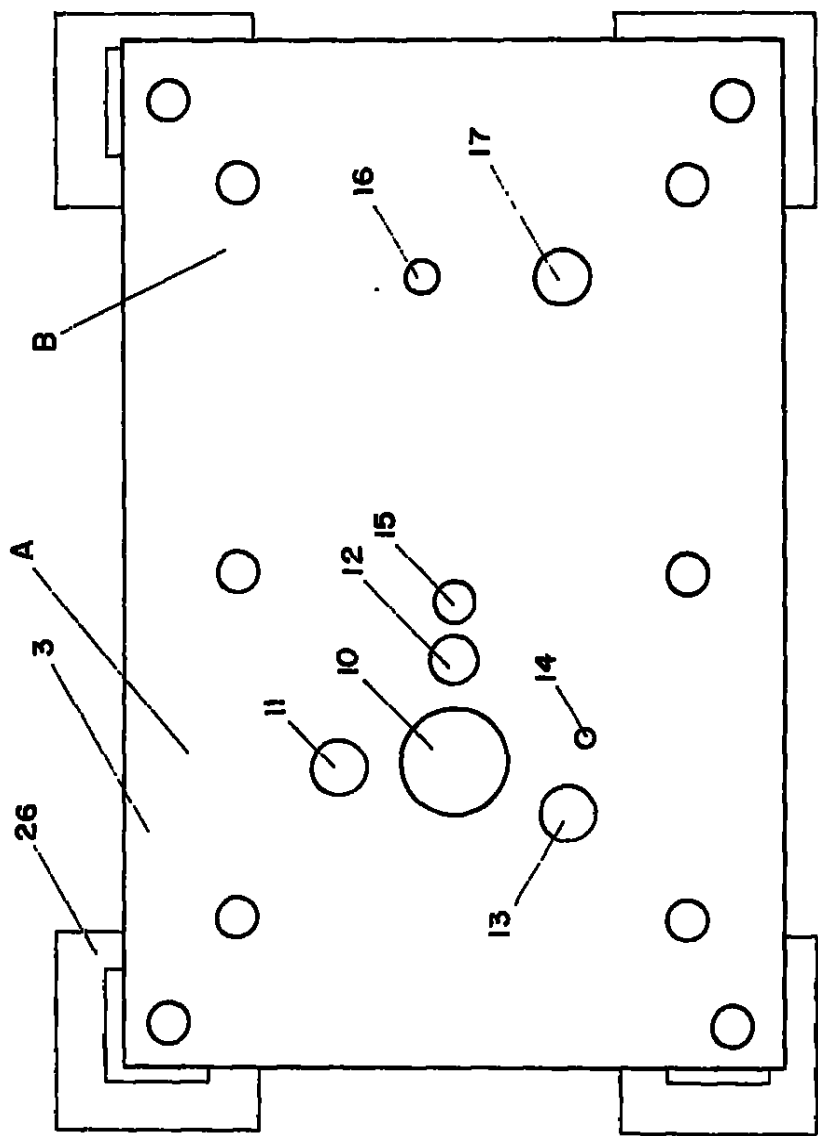


Fig. 3



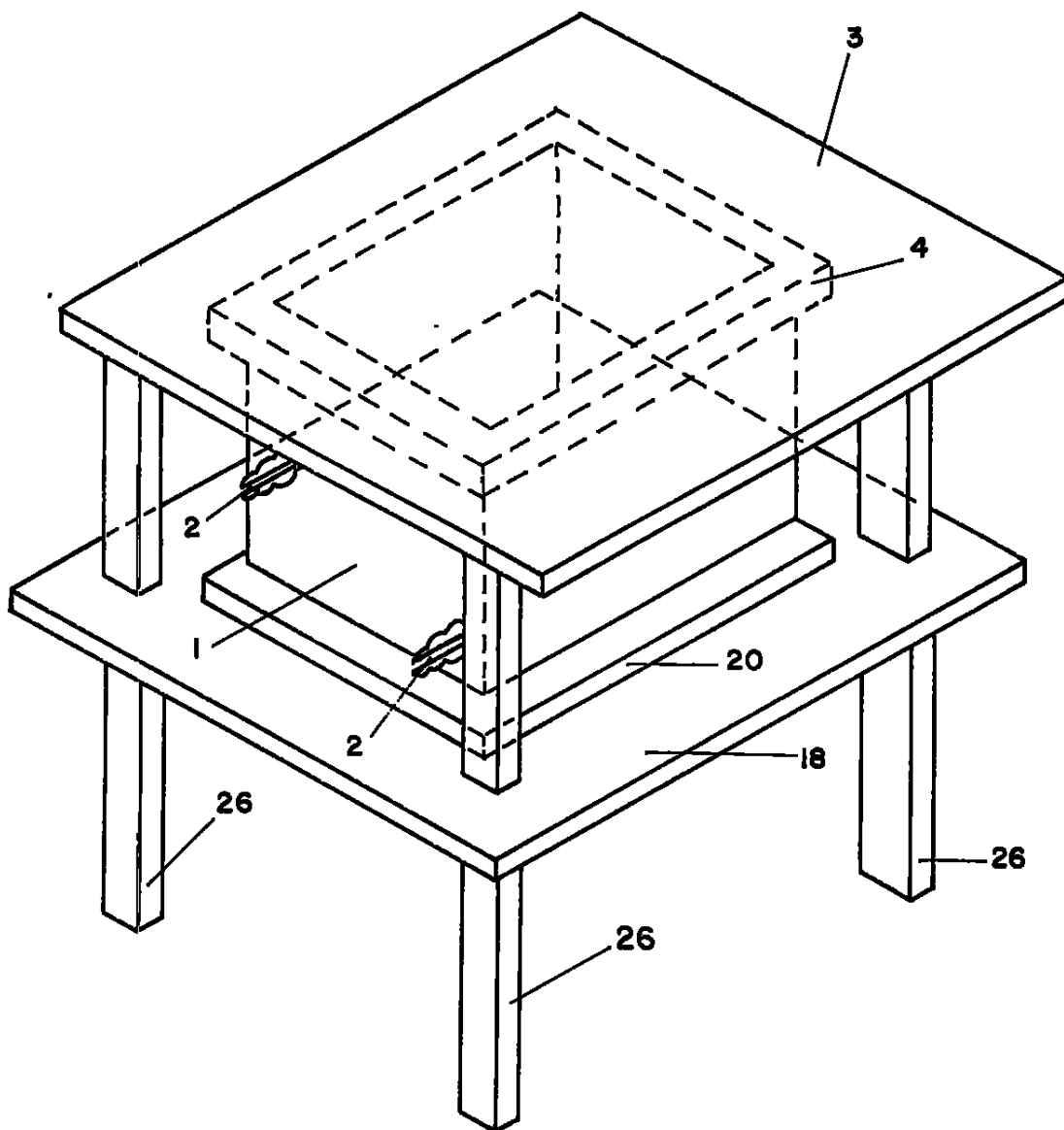


Fig. 5

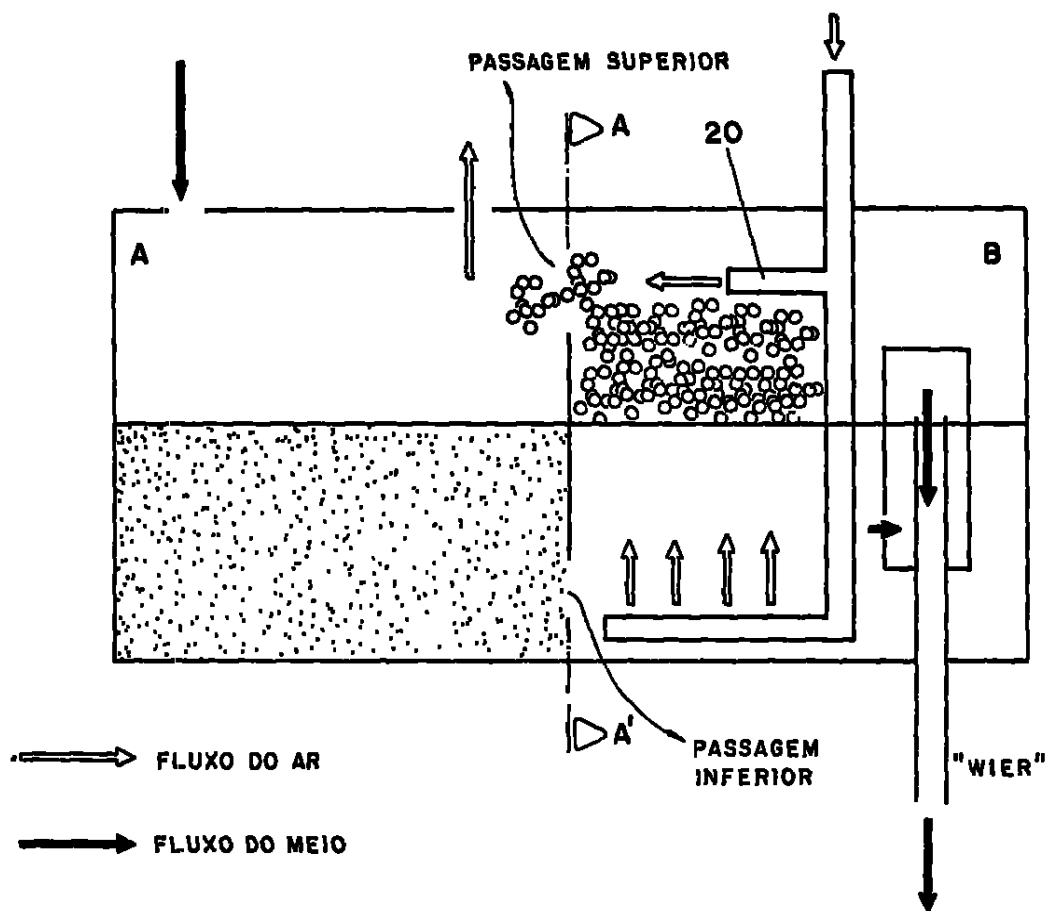


Fig. 6



## RESUMO

Patente de Invenção: "CÂMARA DE FLOTAÇÃO PARA SEPARAÇÃO DE MICROORGANISMOS E RESPECTIVO PROCESSO DE SEPARAÇÃO".

5 Trata-se de um equipamento e processo de separação seletiva e recirculação de microorganismos, realizado através de injeção de ar com a finalidade de aumentar a produtividade do produto final.

A câmara de flotação consiste de  
10 uma caixa de vidro (1), envolta lateralmente por uma camisa (2) de circulação de água à temperatura controlada, fechada na parte superior por uma placa de aço inox (3) que é dotada internamente de uma parede central (5) que divide a caixa (1) em duas partes (A) e  
15 (B); dita placa (3) provida, na parte (B), de borbulhador (7) com saídas de ar superior (8) e inferior (9) e, na parte (A), a placa (3) possui orifícios (10) para agitação; pH-metro (11); saída de ar do sistema (12); entrada de meio (13); entrada de NaOH (14); medidor de temperatura (15), sendo a caixa (1) fechada,  
20 na parte inferior, por uma placa de aço inox (18), que possui uma divisão em ângulo (19) sob a parede (5), e o conjunto, elevado através de um suporte de quatro pernas (26) ligado às placas superior (3) e inferior  
25 (18).

O processo consiste da recirculação das células por flotação em forma de espuma, ou seja, por uma leve passagem de ar através de um meio definido, livre de surfactantes artificiais, sendo a espuma  
30 empurrada do tanque de separação para o tanque de pro

- 2 -

dução por um jato de ar, através de uma passagem li  
vre entre os tanques acima do nível do líquido.