



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

(21) **PI0707461-1 A2**



(22) Data de Depósito: 09/01/2007
(43) Data da Publicação: 03/05/2011
(RPI 2104)

(51) *Int.Cl.:*
B03D 1/14
B03D 1/16
B03D 1/18

(54) Título: **APARELHO DE TESTE DE FLUTUAÇÃO**

(30) Prioridade Unionista: 15/01/2006 ZA 2005/07454

(73) Titular(es): Mintek

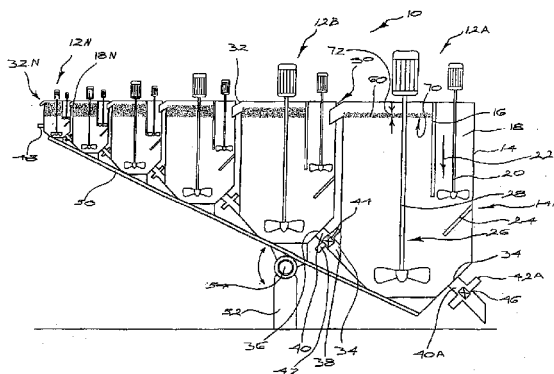
(72) Inventor(es): David Gordon Hulbert

(74) Procurador(es): Araripe & Associados

(86) Pedido Internacional: PCT ZA2007000006 de 09/01/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/082317 de 19/07/2007

(57) **Resumo:** APARELHO DE TESTE DE FLUTUAÇÃO Aparelho para conduzir um teste de flutuação numa lama o qual inclui um suporte móvel, uma pluralidade de unidades de flutuação (12) de tamanhos diferentes que são montadas sobre o suporte, cada unidade (12) incluindo um recipiente (14) respectivo com um ponto de saída de espuma (32), um ponto de entrada de espuma (30), um ponto de saída de resíduos (36) e um ponto de entrada de resíduos (34), as unidades (12) sendo interconectadas de modo que a espuma do ponto de saída de espuma (32) de uma primeira unidade (12) é direcionada para o ponto de entrada de espuma (30) de uma segunda unidade adjacente (12), e tal que os resíduos do ponto de saída de resíduos (36) da segunda unidade (12) sejam direcionados para o ponto de entrada de resíduos (34) da primeira unidade (12), e um mecanismo para mover o suporte para deste modo controlar o nível da lama em cada recipiente (14).



**“APARELHO DE TESTE DE FLUTUAÇÃO”****Fundamentos da Invenção**

Esta invenção se refere a um método e um aparelho para testar a flutuabilidade de partículas de minério de modo que a flutuação possa ser acuradamente relacionada ao tamanho, qualidade, mineralogia e tratamento químico.

Um teste primário de pequena escala para flutuação envolve a operação de uma célula de flutuação de batelada única. Um teste mais avançado é o “teste de batelada seqüencial”, em que o material concentrado de um teste de batelada de célula única é usado como material de partida para um teste subsequente de batelada de célula única. Um outro teste avançado é um “teste de ciclo fechado”, que compreende uma série de testes de batelada em que o material é reciclado entre testes de bateladas individuais para simular uma operação contínua. Outros métodos utilizam árvores de testes de batelada e continuamente operados com circuitos de flutuação de pequena escala.

Um teste de flutuação de larga escala mais avançado faz uso de um “Equipamento de Teste de Caracterização de Flutuação”, ou FCTR. Células de flutuação relativamente grandes (por exemplo, talvez cada 50 litros de capacidade) são configuradas para operar continuamente de maneira similar a um circuito de flutuação do tipo industrial com um número de estágios. O circuito FCTR é operado de um modo contínuo, com fluxos de alimentação, remoção e fluxos concentrados e, em essência, produz uma divisão da alimentação de minério em dois produtos que fornecem um ponto de operação numa curva de qualidade-recuperação para cada operação de teste em estado estacionário.

Uma “curva de qualidade-recuperação” é uma representação importante de como uma planta de flutuação opera ou deveria operar. Deixando o concentrado ser uma parte menor ou maior do material inicial, a flutuação pode usualmente ser ajustada por parâmetros operacionais para dar uma qualidade maior e uma recuperação menor, ou uma qualidade menor e uma recuperação maior, respectivamente. Uma curva de qualidade-recuperação fornece uma representação gráfica deste processo.

A flutuação de um minério é comumente modelada pelo uso de “constantes de velocidade” de flutuação, que caracterizam as velocidades de flutuação relativas de diferentes componentes de minério. Quando a célula de flutuação é operada, os diferentes

componentes do minério flutuam em velocidades diferentes, produzindo assim um concentrado que é mais rico em componentes mais flutuantes e menos rico em componentes menos flutuantes. Um outro mecanismo que ocorre na flutuação é o arraste das partículas na água que vão para o fluxo concentrado.

5 Infelizmente, um estágio único de flutuação não fraciona o minério eficientemente de acordo com suas diferentes flutuabilidades. No processamento dos resultados de um teste de flutuação em batelada, este problema é endereçado pelo cálculo de retorno de uma ou mais velocidades de flutuação que atenderiam aos resultados experimentais. O teste não divide eficientemente o material em grupos distintos pela
10 flutuabilidade tal que as propriedades físicas (tal como mineralogia, tamanho e liberação) podem ser diretamente associadas à flutuabilidade. A principal desvantagem deste é que modelos baseados nas propriedades físicas precisam ser derivados de resultados de testes por cálculo de retorno, mas estes modelos são freqüentemente degenerados e sub-especificados.

15 Uma planta de flutuação normalmente compreende uma rede de estágios de flutuação, configurada para fornecer uma separação eficiente das partículas de minério de acordo com suas constantes de velocidade de flutuação. Estas redes são geralmente projetadas para operar continuamente. Uma rede deste tipo causa separações estreitas para gerar dois produtos num momento, mas não fornece separações estreitas em muitas
20 frações com base na flutuabilidade.

Esta invenção se refere a um teste de flutuação que permite a coleta de frações de material em que as partículas de cada fração são separadas fisicamente com base nas suas constantes de velocidade de flutuação.

Resumo da Invenção

25 A invenção fornece aparato para conduzir um teste de flutuação sobre uma lama que inclui um suporte móvel, uma pluralidade de unidades de flutuação de tamanhos diferentes que são montadas sobre o suporte, cada unidade incluindo um recipiente respectivo com um ponto de saída de espuma, um ponto de entrada de espuma, um ponto de saída de resíduos e um ponto de entrada de resíduos, as unidades sendo interconectadas
30 tal que a espuma do ponto de saída de espuma de uma primeira unidade é direcionada para

o ponto de entrada de espuma de uma segunda unidade adjacente, e tal que os resíduos do ponto de saída de resíduos da segunda unidade sejam direcionados para o ponto de entrada de resíduos da primeira unidade, e um mecanismo para mover o suporte para deste modo controlar o nível da lama em cada recipiente.

5 O suporte pode ser móvel de qualquer maneira apropriada e preferivelmente é giratoriamente móvel.

Cada ponto de saída de espuma pode incluir uma barragem submersível.

10 Cada unidade pode incluir meios de induzir o fluxo de lama e a quebra da espuma dentro do respectivo recipiente, os meios sendo selecionados pelo menos entre os seguintes; uma hélice propulsora; um fluxo de ar; uma bomba de lama; opcionalmente com um Venturi; um pulverizador de água; e um jato de água.

Um fluxo descendente de lama pode ser induzido em cada respectivo recipiente.

15 Cada recipiente pode incluir uma chicana que define uma região em que o fluxo descendente de lama é induzido. Isto pode ser conseguido por meio de uma hélice propulsora adequada. O ponto de entrada de espuma pode ser posicionado numa localização superior da região.

20 Um defletor pode ser localizado numa extremidade inferior da região e pode ser posicionado para direcionar para baixo o fluxo de lama para uma segunda hélice propulsora localizada mais ou menos num local central do recipiente.

25 A invenção também fornece um método de conduzir os testes de flutuação numa lama que inclui as etapas de separação de uma primeira amostra de lama num concentrado de espuma e em resíduos, direcionamento do concentrado de espuma numa segunda amostra de lama e os resíduos numa terceira amostra de lama, separação da segunda amostra de lama num concentrado de espuma, e em resíduos que são direcionados para a primeira amostra de lama, e separação da terceira amostra de lama num concentrado de espuma que é direcionado para a primeira amostra de lama, e resíduos.

30 A invenção ainda se estende a um método de condução de testes de flutuação numa lama que inclui as etapas de separação de lama, num primeiro recipiente, num concentrado de espuma num transbordamento do primeiro recipiente e em resíduos

num lado mais baixo do primeiro recipiente, direcionando o concentrado de espuma para uma região superior de um segundo recipiente e direcionando os resíduos para uma região mais baixa de um terceiro recipiente, e alterando a orientação dos recipientes para controlar o nível de lama em cada recipiente.

5 Preferivelmente a lama no segundo recipiente é separado num concentrado de espuma que é direcionado para uma região superior de um quarto recipiente, e em resíduos que são direcionados para uma região mais baixa do primeiro recipiente.

Breve Descrição dos Desenhos

10 A invenção é ainda descrita como modo de exemplo com referência aos desenhos anexos em que:

A figura 1 ilustra em seção transversal e de um lado do aparelho para realizar os testes de flutuação de acordo com os princípios da invenção; e

A figura 2 é uma curva de recuperação versus qualidade de uma lama tratada com o aparelho da figura 1.

15 Descrição de Realizações Preferidas

A figura 1 dos desenhos anexos ilustra em seção transversal e um lado do aparelho de teste de flutuação 10 de acordo com a invenção.

20 O aparelho 10 inclui uma pluralidade de unidades de flutuação ou células projetadas 12A, 12B,...12N que são tamanhos diferentes e que são posicionados, da direita para a esquerda no desenho, numa ordem de tamanho decrescente. As unidades de flutuação são substancialmente idênticas umas as outras e a construção de uma única unidade 12 é descrita.

25 A unidade inclui um recipiente 14 de seção transversal apropriada, por exemplo, circular ou retangular. Uma chicana 16 é posicionada de um lado do recipiente para definir uma região relativamente pequena 18. Uma primeira hélice propulsora 20 é localizada na região 18 e é operável para produzir um fluxo de lama descendente como está indicado por meio de uma seta 22.

30 Um defletor 24 é localizado num lado mais baixo da região 18 e é orientado de modo a direcionar o fluxo de lama, induzido pela hélice propulsora 20, em direção a uma região central 26 do recipiente. Uma segunda hélice propulsora 28 é localizada nesta

região central e tem a provisão de distribuir bolhas de ar na lama.

Exceto, possivelmente, para a primeira unidade 12A, cada recipiente inclui um ponto de entrada de espuma 30 e um ponto de saída de espuma ou barreira submersível 32. Cada unidade inclui um ponto de entrada de resíduos 34 e um ponto de saída de resíduos 36. As passagens de saída e entrada de fluxo 38 e 40 são conectadas aos pontos 34 e 36 respectivamente. A passagem de saída de uma unidade é conectada por uma disposição de flange adequada 42 para a passagem de entrada 38 de uma unidade adjacente, como é mostrado na figura 1.

Pelo menos a primeira unidade 12A apresenta válvulas de controle 44 e 46 conectadas à passagem de entrada 38A e a passagem de saída 40A respectivamente.

As unidades de flutuação 12 são conectadas numa configuração de séries em cascata. O ponto de saída de espuma 32 de um recipiente é conectado diretamente ao ponto de entrada de espuma 30 de um recipiente adjacente. Similarmente o ponto de saída de resíduos 36 de um recipiente é conectado ao ponto de entrada de resíduos 34 de um recipiente adjacente.

A unidade de flutuação final, 12N, na série, apresenta um duto de entrada de água 48.

As unidades de flutuação são montadas na estrutura de suporte 50 que por sua vez é fixada a um pedestal 52 através de uma conexão giratória controlável 54.

As várias unidades são mostradas como sendo distintas umas das outras. Isto não é necessariamente o caso do aparelho 10 pode ser de construção complexa e as várias unidades podem incluir recipientes 14 ou outros componentes em comum com as unidades contíguas.

A operação do aparelho 10, para um teste de flutuação em batelada, é como se segue: as válvulas 44A e 46A na primeira unidade 12A são fechadas. As várias hélices propulsoras 20 e 26 são ligadas, mas sem aeração. Uma alimentação de lama quimicamente condicionada, que é para ser testada, é introduzida no recipiente maior 14A. Água, com formador de espuma adicionado se requerido, é introduzido nos recipientes das unidades de flutuação restantes. A válvula 44 é aberta e o conjunto de unidades de flutuação é girado em torno do ponto 54 para se obter níveis iniciais de

satisfatórios de lama e água dentro de vários recipientes. Geralmente, a unidade menor 12N é a mais alta, pelo menos inicialmente, embora o recipiente 12N não necessariamente contém água.

5 A aeração é então iniciada pelas várias hélices propulsoras 26 e, dentro de cada recipiente, o concentrado de espuma 60 é produzido numa superfície superior da lama e resíduos são produzidos numa região mais baixa do recipiente.

10 O concentrado de espuma que transborda no ponto de saída de espuma 32 de um primeiro recipiente entra num segundo recipiente adjacente (isto é, a esquerda da figura 1) no ponto de entrada de espuma 30 do segundo recipiente. Esta espuma é quebrada e misturada com a lama pela ação da respectiva hélice propulsora 20, que induz um fluxo de lama descendente na região 18. O defletor 24 direciona o fluxo de lama da hélice propulsora 20 para a hélice propulsora principal 26. O defletor também age para evitar as bolhas produzidas na lama pela hélice propulsora aerada da região de entrada.

15 A espuma 60 acumula na extremidade superior do segundo recipiente e transborda no ponto de saída de espuma 32 num terceiro recipiente adjacente (isto é, a esquerda da figura 1). Os resíduos saem do segundo recipiente através do ponto de saída de resíduos 34 e flui através do ponto do ponto de entrada de resíduos correspondente 36 para um recipiente adjacente (isto é, a direita da figura 1).

20 Toda a função de cada unidade é separar partículas na lama nos recipientes da unidade que compreende o conteúdo inicial do recipiente, a alimentação de espuma de uma unidade adjacente à direita (na figura 2) e o fluxo de resíduos de uma unidade adjacente à esquerda (na figura 1), para um fluxo concentrado de espuma e um fluxo de resíduos. Estes fluxos são direcionados para diferentes direções a partir do recipiente em questão.

25 Duas ações reguladoras são aplicadas ao aparelho 10, tanto manualmente ou por meios automáticos. Primeiramente, o aparelho é regulado em torno do ponto 54 para assegurar um fluxo estável de espuma concentrada sobre a barragem submersível final 32N. Segundamente, com respeito à unidade 12A, a água é introduzida no ponto 48 para controlar o nível 70 da interface entre a lama e espuma para estar a uma distância
30 relativamente pequena 72 abaixo do nível de entrada da barragem submersível de saída

32A.

Concentrados finais são coletados na barragem submersível 32N numa série de recipientes de amostragem, não mostrada, numa série adequada de períodos de tempo. Cada amostra sucessiva do concentrado coletado deste modo corresponde ao material com constantes de velocidade de flutuação sucessivamente menores. O material que permanece não flutuando é então coletado. As partículas de todas as amostras podem ser medidas, testadas quanto à qualidade e submetidas a testes mineralógicos quanto à composição mineral e liberação.

Na figura 1 as unidades de flutuação são dispostas num sistema substancialmente linear. Este sistema poderia, contudo ser curvado ou seguir uma configuração diferente para conseguir diferentes características de separação. Uma outra variação é que o fluxo e a quebra requerida da espuma podem ser induzidos, não pelo uso de uma hélice propulsora mecânica, mas pelo uso de um fluxo de ar ou jato ou spray de água, ou lama bombeada, opcionalmente em combinação com um dispositivo Venturi.

A água que é introduzida na menor unidade de flutuação 12N, no ponto 48, reduz o arraste de partículas no concentrado e mantém um nível de polpa adequado na unidade maior 12A.

Numa variação da invenção o aparelho 10 é operado como uma planta de flutuação contínua e a lama é introduzida numa unidade interna e não na grande unidade da extremidade 12A. Os resíduos finais são extraídos através da passagem de saída 38A. A água pode opcionalmente ser adicionada através do ponto 48 ou numa superfície superior da região 18N para reduzir o arraste relativo à flutuação.

A figura 2 é uma curva de porcentagem de recuperação versus qualidade produzida pelo uso do aparelho da invenção numa lama contendo cobre. O teste foi realizado por 100 segundos e dez amostras foram extraídas em intervalos de 10 segundos. A primeira amostra é no final da curva à direita, e a última amostra (barrando o resíduo) é no final da curva à esquerda. A massa de cada amostra, e a massa acumulada das amostras é dada na nas colunas 1 e 3 respectivamente da tabela 1. A qualidade e o conteúdo de cobre real de cada amostra são dados nas colunas 4 e 5 respectivamente. As colunas 6, 7 e 8 fornecem tipos de recuperação de cobre em diferentes formatos.

Tabela 1:

Amostra	Massa (g)	Massa Acum. (g)	Qualid. (%)	Cu (g)	Cu Acum. (g)	Qualid. (%)	Recuperação (%)	Tempo (s)
1	26,5	26,5	5,11	1,35	1,35	5,1	10	10
2	72	98,5	2,53	1,82	3,18	3,2	24	20
3	102,5	201	1,4	1,44	4,61	2,3	35	30
4	150	351	0,97	1,46	6,07	1,7	47	40
5	242,5	593,5	0,44	1,07	7,13	1,2	55	50
6	101,5	695	0,63	0,64	7,77	1,1	60	60
7	81	776	0,63	0,51	8,28	1,1	64	70
8	235,5	1011,5	0,29	0,68	8,97	0,9	69	80
9	145,5	1157	0,23	0,33	9,30	0,8	71	90
10	147,5	1304,5	0,16	0,24	9,54	0,7	73	100
Resíduo	16140,3	17444,8	0,0217	3,51	13,04	0,1	100	

É evidente que o aparelho fornece uma curva qualidade-recuperação num curto período de tempo.

O teste fornece uma boa técnica experimental para facilitar o estudo de fluutuabilidade como uma função do tamanho, composição, liberação de mineral e condicionamento químico da partícula. Isto elimina os não acurados métodos de retorno em relação às amostras experimentais que contém partículas de fluutuabilidades mistas e procedimentos impraticáveis que requerem muitos estágios de teste de flutuação seqüenciais.

O aparelho de teste pode ser portátil por conveniência de transporte e testes em plantas de operação. As partículas de minério fisicamente separadas podem então ser retornadas para um laboratório central para ensaios e investigações mineralógicas. Os testes podem ser feitos em amostras da alimentação, concentrado, resíduos e outros fluxos das plantas. Um teste no fluxo de alimentação indica a relação ideal de qualidade-recuperação que é possível para o minério que está sendo processado. Um teste no fluxo de resíduos pode indicar se há algum material fluutuante de valor que esteja sendo perdido.

O teste no fluxo de concentrado pode indicar as flutuabilidades dos materiais de ganga que são diminuem a qualidade do concentrado. Juntos, estes testes fornecem indicações diretas de áreas de problemas e oportunidades. Uma separação pobre por flutuabilidade indica que o projeto ou operação da planta deve ser modificado. Aspectos indesejáveis da
5 operação da planta poderiam ser identificados e corrigidos por medidas apropriadas, por exemplo, adicionando-se mais água de lavagem para impedir que a ganga de flutuação lenta muito fina vá para o concentrado.

No caso de um corpo de minério que é considerado para o processamento por flutuação, uma amostra de mandril de alargamento poderia ser submetida ao
10 procedimento de teste para estabelecer uma curva de qualidade-recuperação que poderia ser obtida por uma planta de flutuação em escala real bem projetada. Uma qualidade de corte econômico poderia ser determinada. As composições das frações de flutuação rápida do material poderiam ser medidas e esta informação poderia ser usada no projeto conceitual de um processo de tratamento a jusante. Por exemplo, poderia estar presente
15 um mineral de flutuação rápida que causaria problemas na fusão.

Em todos estes casos, os testes poderiam ser feitos com tratamentos químicos com diferentes reagentes. Separações físicas comparativas por velocidades de flutuação forneceria então evidência direta sobre como a flutuação de partículas diferentes é afetada pelas mudanças de reagentes e condicionamento de reagentes.
20 Similarmente, testes comparativos poderiam ser realizados com alimentação de minério moído em diferentes tamanhos ou por diferentes métodos de moagem.

O teste pode fornecer resultados padrões que refletem apenas as flutuabilidades das partículas o que facilita a caracterização de muitos minérios em bases de dados úteis. Tais resultados são úteis em simuladores de flutuação para o projeto do
25 processo e otimização.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho para conduzir um teste de flutuação numa lama **CARACTERIZADO** por incluir um suporte móvel, uma pluralidade de unidades de flutuação (12) de tamanhos diferentes que são montadas sobre o suporte, cada unidade
5 (12) incluindo um recipiente (14) respectivo com um ponto de saída de espuma (32), um ponto de entrada de espuma (30), um ponto de saída de resíduos (36) e um ponto de entrada de resíduos (34), as unidades (12) sendo interconectadas de modo que a espuma do ponto de saída de espuma (32) de uma primeira unidade (12) é direcionada para o ponto de entrada de espuma (30) de uma segunda unidade adjacente (12), e tal que os
10 resíduos do ponto de saída de resíduos (36) da segunda unidade (12) sejam direcionados para o ponto de entrada de resíduos (34) da primeira unidade (12), e um mecanismo para mover o suporte para deste modo controlar o nível da lama em cada recipiente (14).

2. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo suporte ser móvel de modo giratório.

15 3. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** por cada ponto de saída de espuma incluir uma barragem submersível (32).

4. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** por cada unidade (12) incluir meios de induzir o fluxo de lama e a quebra da espuma dentro do respectivo recipiente (14), os meios sendo selecionados pelo menos a partir dos
20 seguintes: uma hélice propulsora, um fluxo de ar, uma bomba de lama, opcionalmente com um Venturi; um pulverizador de água; e um jato de água.

5. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** por cada recipiente (14) incluir uma chicana (16) que define uma região em que o fluxo descendente de lama é induzido por meio de uma hélice propulsora (20) adequada.

25 6. Aparelho de acordo com a reivindicação 5, **CARACTERIZADO** pelo ponto de entrada de espuma (30) ser posicionado numa localização superior da região.

7. Aparelho de acordo com as reivindicações 5 ou 6, **CARACTERIZADO** por incluir um defletor (24) localizado numa extremidade inferior da região e pode ser posicionado para direcionar para baixo o fluxo de lama para uma
30 segunda hélice propulsora (20) localizada num local central do recipiente (14).

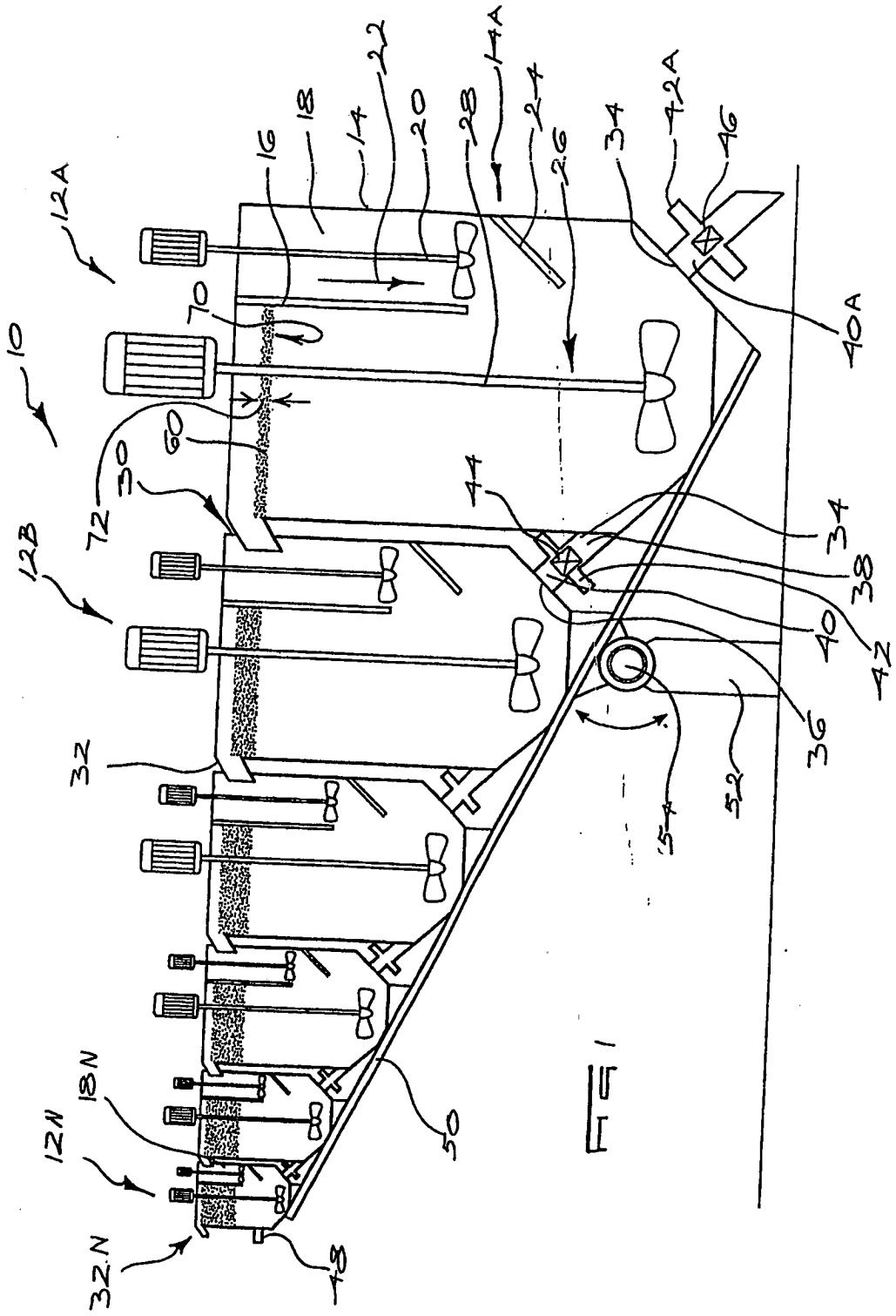
8. Aparelho de condução de testes de flutuação numa lama, **CARACTERIZADO** por incluir as etapas de separação de uma primeira amostra de lama num concentrado de espuma e em resíduos, direcionamento do concentrado de espuma numa segunda amostra de lama e os resíduos numa terceira amostra de lama, 5 separação da segunda amostra de lama num concentrado de espuma, e em resíduos que são direcionados para a primeira amostra de lama, e separação da terceira amostra de lama num concentrado de espuma que é direcionado para a primeira amostra de lama, e resíduos.

9. Método de condução de testes de flutuação numa lama, 10 **CARACTERIZADO** por incluir as etapas de separação de lama, num primeiro recipiente (14), num concentrado de espuma num transbordamento do primeiro recipiente (14) e em resíduos num lado mais baixo do primeiro recipiente (14), direcionando o concentrado de espuma para uma região superior de um segundo recipiente (14) e direcionando os resíduos para uma região mais baixa de um terceiro recipiente (14), e 15 alterando a orientação dos recipientes (14) para controlar o nível de lama em cada recipiente (14).

10. Método de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** pela lama no segundo recipiente (14) ser separado num concentrado de espuma que é direcionado para uma região superior de um quarto recipiente (14), e em resíduos que 20 são direcionados para uma região mais baixa do primeiro recipiente (14).

11. Método de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** por incluir a etapa de introduzir água na lama para controlar o nível de uma interface entre o concentrado de espuma e a lama em pelo menos um recipiente (14).

12. Método de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** pela 25 orientação do recipiente (14) ser alterada para se obter um fluxo estável de concentrado de espuma a partir de pelo menos um recipiente (14).



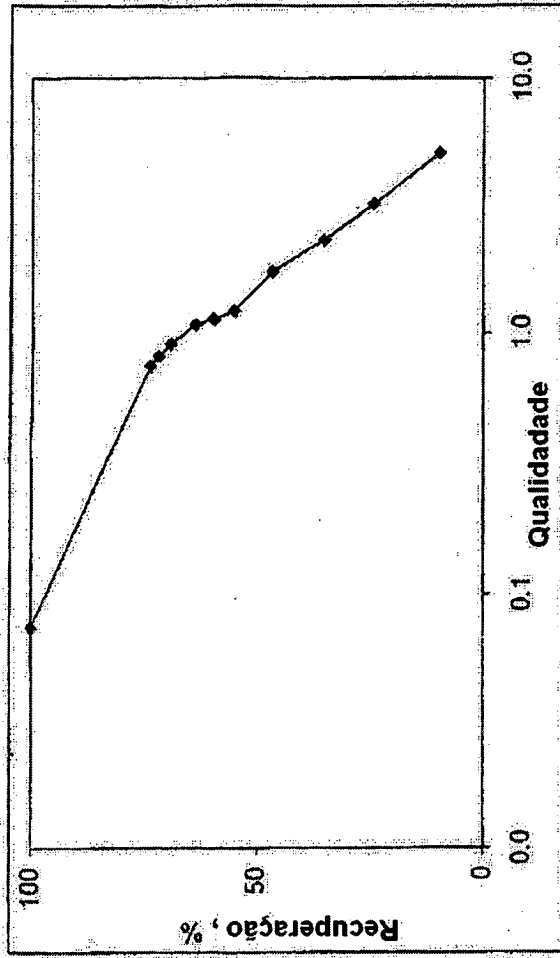


Fig 2

RESUMO**“APARELHO DE TESTE DE FLUTUAÇÃO”**

Aparelho para conduzir um teste de flutuação numa lama o qual inclui um suporte móvel, uma pluralidade de unidades de flutuação (12) de tamanhos diferentes que são montadas sobre o suporte, cada unidade (12) incluindo um recipiente (14) respectivo com um ponto de saída de espuma (32), um ponto de entrada de espuma (30), um ponto de saída de resíduos (36) e um ponto de entrada de resíduos (34), as unidades(12) sendo interconectadas de modo que a espuma do ponto de saída de espuma (32) de uma primeira unidade (12) é direcionada para o ponto de entrada de espuma (30) de uma segunda unidade adjacente (12), e tal que os resíduos do ponto de saída de resíduos (36) da segunda unidade (12) sejam direcionados para o ponto de entrada de resíduos (34) da primeira unidade (12), e um mecanismo para mover o suporte para deste modo controlar o nível da lama em cada recipiente (14).