



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

(11) PI 0609478-3 B1

(22) Data do Depósito: 17/03/2006

(45) Data de Concessão: 27/02/2018



* B R P I 0 6 0 9 4 7 8 B 1 *

(54) Título: LIXÍVIA DE MONTES DE MINÉRIOS DE SULFETO

(51) Int.Cl.: C22B 3/18; C22B 3/00

(30) Prioridade Unionista: 21/03/2005 AU 2005901367

(73) Titular(es): BIOHEAP LIMITED

(72) Inventor(es): JOHN COLIN HUNTER; LISA TAMSIN WILLIAMS

"LIXÍVIA DE MONTES DE MINÉRIOS DE SULFETO"**Campo da Invenção**

A presente invenção se refere à lixívia de montes de minérios de sulfeto. Mais especificamente, a presente invenção se refere a biooxidação de minérios de sulfeto em montes, pelo menos um de tais montes sendo formado de minério ao qual um inócuo bacteriano foi aplicado antes do empilhamento do monte.

Histórico da Técnica

A lixívia do monte é uma opção disponível para a lixívia de metais preciosos e de base, geralmente a partir de minérios de classificação inferior ou materiais residuais. A biooxidação usando uma faixa de microorganismos é uma opção para tal lixívia. Tal biooxidação é descrita variadamente como a lixívia primária com um lixiviador ácido ou como etapa de pré-condicionamento, por exemplo antes da etapa de cianidação.

A Patente US 6207443, cedida a Placer Dome, Inc., descreve um processo para a biooxidação de minérios de sulfeto onde um material biooxidado anteriormente é incorporado em um monte. Uma primeira porção de um material de alimentação contendo sulfetos metálicos é biooxidada em um monte ou cuba para formar uma fração biooxidada. Aquela fração biooxidada é subsequente combinada com uma segunda porção do material de alimentação, formando um material de alimentação combinado. Aquele material de alimentação combinado pode então ser usado para formar um monte adicional. A biooxidação é realizada no monte adicional através da aplicação de um inócuo compreendendo ácido sulfúrico e micróbios, com ou sem nutrientes apropriados. Esse lixiviador é deixado percolar através do monte e a solução de lixívia fértil é removida na base

daquele monte.

A maneira na qual o resíduo biooxidado do primeiro monte é combinado com a segunda porção do minério é por meio da introdução de ambos fornecimentos de minério ao aglomerado ou ambos podem ser colocados diretamente sobre uma correia transportadora para o monte adicional. Uma alternativa adicional é colocar o resíduo biooxidado sobre a parte superior de um monte já formado da segunda porção de alimentação.

Existem problemas associados à combinação dos fornecimentos antes do aglomerador, uma vez que as condições dentro do aglomerador são especificamente severas nos micróbios presentes, especificamente se os micróbios devem estar presentes através de todo o processo de aglomeração. O problema associado às versões alternativas de combinação das duas correntes descritas acima é que é improvável que tudo da segunda corrente ou porção de minério seja exposto aos micróbios presentes no resíduo biooxidado. De modo semelhante, não existe mecanismo pelo qual possa ser garantido que uma proporção significativa da segunda corrente ou porção de alimentação de minério seja exposta ao inócuo/lixiviador administrado ao monte adicional. Tal monte é submetido aos problemas tradicionais associados à lixívia de montes, sendo, entre outras coisas, a formação de canal.

A Patente US 6083730, cedida a Geobiotics, Inc., descreve um processo de biooxidação do monte no qual o monte é compreendido de substratos, tais como, partículas de minério grossas, nas quais um concentrado preparado do minério a ser biooxidado é revestido. Esse revestimento ocorre em um aglomerador antes do empilhamento do monte. O monte é então inoculado, de um modo típico, com bactérias

capazes de biooxidação de partículas de sulfeto de metal dentro do concentrado revestido nos substratos. Essa inoculação ocorre tanto durante o empilhamento do monte ou imediatamente após isto. Esse processo busca expor tanto

5 sulfeto metálico ao lixiviador quanto possível, através do revestimento fino dos substratos que formam os montes. Contudo, não é descrito qualquer mecanismo pelo qual os micróbios para biooxidação são efetiva e igualmente distribuídos através de todo o monte.

10 No Pedido de Patente US 10/723392 (Publicação número US 2004/0131520 A1) de Bruynesteyn é descrito um processo para lixívia de minérios de teor de enxofre baixo. Esse processo inclui um mecanismo pelo qual enxofre elementar finamente moído é exposto a uma cultura de

15 bactérias de oxidação de enxofre como uma etapa de pré-condicionamento na qual as partículas de enxofre são umectadas e as bactérias atacam propriamente as partículas de enxofre. A combinação resultante de enxofre pré-condicionado, água e bactérias é então adicionada às

20 partículas de minério durante um processo de aglomeração típico. Esse processo foca a produção de ácido sulfúrico durante o pré-condicionamento, o ácido sulfúrico sendo usado para satisfazer parcialmente a demanda de ácido do minério no monte formado de modo final. Novamente, é

25 aparente que as bactérias de oxidação de enxofre são submetidas a todo o processo de aglomeração e seu ambiente severo.

A Patente US 5246486 cedida a Newmont Gold Co. e Newmont Mining Corporation descreve um processo para

30 biooxidação de sulfetos em um monte. Um dos componentes chave desse processo é a formação de "particulados" das partículas de minério sulfeto. Um inoculado é usado na

formação dessas partículas, o inócuo sendo descrito como aspergido sobre o minério, enquanto no transportador de empilhamento, o processo sendo indicado para refletir aglomeração, conforme é geralmente conhecida. Também é observado nesse relatório descritivo que outros processos podem ser empregados para formação do particulado, incluindo dispositivos de aglomeração do tipo de disco. Adicionalmente, é feita referência à imersão do minério em um banho de líquido em um transportador e também ao uso de extrusores de fuso.

Os particulados formados conforme descritos acima são subseqüentemente usados no empilhamento do monte. É sugerido que a formação de um monte dessa maneira resulte na lixívia eficiente mediante dispersão subseqüente de uma solução de lixívia, com ou sem nutrientes adicionais, através do monte e de modo conhecido. Embora a distribuição do inócuo através de todo o monte por meio de formação dos particulados seja vantajosa, os micróbios do inócuo são novamente submetidos à graves condições físicas durante aglomeração, incluindo exposição prolongada às forças abrasivas que podem reduzir sua eficácia no monte formado de modo final.

No Pedido de Patente Internacional PCT/IB98/00969 (Publicação número WO 98/51827), da Echo Bay Mines Limited, é descrito um processo de biooxidação de tanque integrado/monte para uso em minérios sulfeto. O processo envolve a divisão de uma fonte de minério sulfeto refratário em duas correntes. A primeira dessas correntes é exposta a um microorganismo digestor de sulfeto em um reator de tanque para a aclimação do microorganismo ao minério sulfeto específico, após o que o minério parcialmente digerido é combinado com uma segunda corrente

de minério sulfeto. O mesmo é subsequente separação em sólido/líquido (a água retirada) e a porção sólida, com ou sem a etapa de aglomeração, usada para construir um monte. O líquido da etapa de separação de sólido/líquido é então
5 usado para inocular o monte e realizar o processo de biooxidação. Subseqüentemente à etapa de biooxidação, o monte é submetido a um processo de lixívia, tal como, cianidação. Conforme observado, os sólidos e líquidos do reator de biooxidação são passados por sua vez para o
10 espessante, o conteúdo do mesmo passando de forma final para a separação de sólidos/líquidos. Após separação, todo o conteúdo é efetivamente re combinado na lixívia do monte. Isso cria um processo muito escalonado ou semelhante a batelada, que pode introduzir limitação de como
15 efetivamente o processo pode ser praticado. Adicionalmente, a separação dos sólidos/líquidos ou etapa de retirada da água, em conjunto com a etapa de aglomeração para os sólidos do mesmo antes do empilhamento do monte novamente expõe os microorganismos às condições físicas relativamente
20 severas. Também, o inócuo é subsequente aplicado ao monte em muito da mesma maneira que a maioria da técnica anterior, por meio de percolação através do monte.

Conforme citado acima, muitos relatórios descritivos de patente descrevem os processos de
25 biooxidação em um ambiente de lixívia de monte, em conjunto com a inoculação do minério e/ou monte. Contudo, pouca ou nenhuma descrição é provida com relação à maneira pela qual são produzidas culturas de microorganismos apropriados para biooxidação, sua manutenção, manuseio e transporte em
30 volumes suficientes para operações comerciais de lixívia de montes. Isso é propriamente um exercício difícil e complicado.

Uma grande variedade de espécies bacterianas foram descritas como apropriadas ou presentes nos processos de biooxidação do tipo descrito acima. Essas incluem *Thiobacillus Ferrooxidans*; *Thiobacillus Thiooxidans*; 5 *Thioabcillus Organoparus*; *Thiobacillus Acidphilus*; *Sulfobacillus Themosulfidooxidans*; *Sulfolobus Acidocaldarius*, *Sulfolobus BC*; *Sulfolobus Solfataricus*; *Acidanus Brierley* e *Leptospirillum Ferrooxidans*. Essas espécies são geralmente descritas como inerentes ao minério 10 a ser biooxidado e as condições da lixívia são providas para permitir que as espécies bacterianas inerentes se desenvolvam e efetuem o processo de biooxidação.

A temperatura na qual a lixívia do monte opera tem um impacto naquelas espécies bacterianas que serão mais 15 ativas no processo de biooxidação. Isso freqüentemente também impacta a eficiência/efetividade da lixívia. Isso por sua vez afetará a recuperação do metal da solução de lixívia fértil nas etapas de recuperação de metal a jusante. Tais questões são exacerbadas quando se tenta 20 biooxidar tradicionalmente minérios difíceis de serem lixiviados, tais como, minérios de calcopirita. O Pedido de Patente Internacional PCT/AU2004/001597 (WO 2005/056842) descreve tal processo, assim como o PCT/AU2004/000236 (WO 2004/081241), onde a lixívia do monte é conduzida a uma 25 temperatura destinada a permitir a operação de determinadas espécies bacterianas, introduzidas no monte. O processo de PCT/AU2004/000236 utiliza a presença de espécies bacterianas mesófilas para elevar a temperatura do monte a um ponto no qual as espécies bacterianas termófilas agirão 30 para biooxidar a calcopirita presente. A Patente US 6110253 também descreve a biooxidação em uma lixívia de monte para um minério de calcopirita, porém utiliza uma fonte externa

de calor, tal como solução de lixívia aquecida ou o uso de ar quente ou vapor no tubo de trabalho usado para introduzir oxigênio ao monte.

5 A presente invenção possui como um objetivo superar substancialmente os problemas e desvantagens associados ao estado da técnica acima ou para pelo menos prover uma alternativa útil pela qual aqueles processos podem ser operados.

10 A discussão precedente do histórico da técnica pretende, apenas, facilitar o entendimento da presente invenção. Deve ser apreciado que a discussão não é um reconhecimento ou admissão de que quaisquer dos materiais referidos faça parte do conhecimento geral comum, tanto na Austrália quanto em qualquer outro território de acordo com
15 a data de prioridade do pedido.

Através de todo o relatório descritivo, a menos que o contexto se apresente de outra forma, a palavra "compreende" ou variações como "compreendendo" será entendida como implicando na inclusão de um inteiro
20 declarado ou grupo de inteiros, porém não a exclusão de qualquer outro inteiro ou grupo de inteiros.

Revelação da Invenção

De acordo com a presente invenção, é provido um processo para lixívia de montes de minérios de sulfeto, o
25 processo caracterizado pelas etapas de processo de:

(i) aglomeração ou umectação de um suprimento de minério;

(ii) exposição do minério aglomerado ou umectado a um inócuo contendo uma ou mais espécies bacterianas
30 capazes de biooxidação de minerais de sulfeto naquele minério;

(iii) formação de um ou mais montes de minério da

etapa (ii);

(iv) dispersão adicional de inócuo bacteriano sobre pelo menos uma porção de cada monte; e

(v) recuperação da solução de lixívia drenando dos montes e passando uma porção da mesma a um dispositivo para recuperação de metal.

Preferivelmente, é provida uma coletânea bacteriana, a coletânea bacteriana fornecendo o inócuo bacteriano para adição ao metal aglomerado ou umectado da etapa (i) e também para adição ao monte ou a cada monte como na etapa (iv).

Um ou mais reservatórios de solução de lixívia podem ser providos para receber solução de lixívia do monte ou de cada monte. A solução de lixívia do reservatório ou de cada reservatório de solução de lixívia é preferivelmente recirculada para o monte ou cada monte. Os reservatórios de solução de lixívia podem também receber inócuo bacteriano da coletânea bacteriana.

A porção da solução de lixívia do monte ou de cada monte que é alimentada aos dispositivos para recuperação de metal é preferivelmente tomada da solução de lixívia antes da mesma passar para os reservatórios de solução de lixívia.

O processo da presente invenção compreende, adicionalmente, a combinação de uma cultura bacteriana de estoque com uma amostra ou porção do minério que é usado na etapa (i) na coletânea bacteriana, de modo a adaptar a cultura bacteriana de estoque aquele minério. A coletânea bacteriana também permite a adaptação da cultura bacteriana de estoque à água de sítio disponível, que pode ser especificamente salmoura ou ter outros contaminantes.

A coletânea bacteriana é preferivelmente operada

em uma base contínua. A operação contínua da coletânea bacteriana é facilitada, em parte, pela capacidade de dirigir o produto daquela coletânea para o minério na etapa (ii) para o monte ou cada monte e/ou para o reservatório ou
5 cada reservatório de solução de lixívia.

De acordo com a presente invenção é provido, adicionalmente, um processo para lixívia de monte de minérios de sulfeto, o processo caracterizado pelas etapas de processo de:

10 (i) provisão de uma coletânea bacteriana para a produção de cultura bacteriana, capaz de biooxidação de minerais de sulfeto no minério; e

(ii) distribuição da cultura bacteriana daquela coletânea para inocular cada uma das alimentações de
15 minério, um ou mais montes, e um ou mais reservatórios dispostos para receber a solução de lixívia do monte ou de cada monte, as demandas específicas do processo determinando a maneira pela qual a distribuição será equilibrada.

20 A coletânea bacteriana envolve preferivelmente a exposição de uma porção da alimentação de minério a ser oxidado a uma cultura bacteriana de estoque não inerente aquele minério, de modo a pré-condicionar ou adaptar a cultura bacteriana de estoque aquele minério.

25 De acordo com a presente invenção, o minério passa primeiro pela mineração, de modo conhecido, e segue para um processo de trituração, onde o minério é moído a um tamanho predeterminado.

O minério moído é subsequenteiramente passado para
30 uma etapa de aglomeração ou umectação. Na etapa de aglomeração ou umectação, a ser explicada em detalhes a seguir, o minério moído é primeiramente aglomerado ou

umectado e é subsequenteemente inoculado com um inócuo bacteriano.

O minério da etapa de aglomeração ou umectação é então passado daquela etapa para um transportador e é usado
5 para empilhar um ou mais montes.

Uma coletânea bacteriana é provida para a geração substancialmente contínua de uma cultura bacteriana adaptada. A coletânea bacteriana possui temperatura controlada, é agitada e aerada. Adicionalmente, um ou mais
10 nutrientes, tais como, potássio, nitrogênio, fósforo e magnésio podem ser adicionados à coletânea bacteriana conforme considerado necessário para as condições prevaletcentes.

A coletânea bacteriana é posicionada no sítio, de
15 modo a permitir alimentação do inócuo bacteriano à etapa de aglomeração ou umectação, para alimentar inócuo bacteriano ao monte ou a cada monte, ou para alimentar inócuo bacteriano a um ou mais reservatórios de soluções de lixívia. As três alimentações em potencial para o inócuo
20 bacteriano permitem que a coletânea bacteriana opere em uma base substancialmente contínua, tal que, em caso de um destino para o inócuo bacteriano, por razões de processo inaceitáveis, uma ou mais das opções restantes podem ser apropriadas.

25 A coletânea bacteriana é provida com uma porção do minério moído, de modo a permitir a adaptação de uma cultura bacteriana de estoque à mineralogia de sulfeto daquele minério moído e quaisquer outras condições ambientais específicas, tais como, a salinidade da água do
30 sítio. Com relação a isso, nós fazemos referência a revelação do Pedido de Patente Internacional PCT/AU00/01022 (WO 01/18264 A1) e também ao US 2004-0206208-A1, o conteúdo

de cada um sendo incorporado aqui como referência.

O monte ou cada monte é disposto de modo geralmente conhecido para drenar a solução de lixívia do mesmo para um ou mais reservatórios da solução de lixívia.

5 O monte ou cada monte é provido com um dispositivo para irrigação, tal que, cada monte possa ser alimentado com água, oxigênio dissolvido, ácido, inócuo bacteriano, e/ou nutrientes ou qualquer combinação desses, se e quando considerado apropriado.

10 O licor do(s) reservatório(s) de solução de lixívia é recirculado sobre o monte ou cada monte, conforme apropriado. Uma corrente de drenagem de licor ou solução de lixívia fértil do monte ou de cada monte é tomada antes dos reservatórios de solução de lixívia e passada para um
15 dispositivo para recuperação de metal. Os dispositivos podem compreender troca de solvente e etapa de eletroextração para recuperar o cobre se o mineral sulfeto do minério moído for calcopirita, por exemplo.

O monte ou cada monte é formado de modo
20 amplamente conhecido. Contudo, isso pode ser descrito resumidamente como a provisão de uma membrana impermeável sobre uma almofada pré-preparada. A membrana pode compreender argila ou HDPE ou pode ser uma combinação de ambos ou de outro material apropriado. A adequabilidade de
25 tal material é definida por ser de permeabilidade baixa ou zero em relação à solução de lixívia, sendo esperado que flua do monte ou cada monte.

A preparação de uma almofada inclui a provisão de dispositivos para facilitar a drenagem da solução de
30 lixívia do monte empilhado sobre a mesma. Esses dispositivos se destinam a facilitar a drenagem e podem compreender uma camada de rocha moída em tamanho grande ou

minério, ou uma disposição do tubo de drenagem, por exemplo.

O monte ou cada monte é empilhado de modo a permitir a aeração do monte e pode incluir a provisão de
5 tubos perpetrados no monte através dos quais ar e outros gases ou misturas gasosas podem ser soprados.

A etapa de aglomeração ou umectação compreende passagem do minério moído para um aglomerador em uma primeira extremidade do mesmo. Também são introduzidos ao
10 aglomerador na ou próximo à primeira extremidade, pelo menos um ou mais dentre água, ligante e ácido. Isso ocorre aproximadamente nos primeiros dois terços do aglomerador em uma área designando a zona de aglomeração ou umectação. Conforme o minério moído passa ao longo do comprimento do
15 aglomerador, ele passa da zona de aglomeração ou umectação para a porção restante do aglomerador, designando a zona de inoculação. Na ou próximo à segunda extremidade do aglomerador é provida uma entrada, por exemplo, um ou mais jatos de aspersão para o inócuo bacteriano. Dessa maneira,
20 o inócuo bacteriano da coletânea bacteriana é aspergido no minério moído pouco antes do minério moído aglomerado sair do aglomerador.

O minério aglomerado passa da segunda extremidade do tambor aglomerador para uma ou mais correias
25 transportadoras que passam o minério aglomerado para o(s) monte(s). O inócuo bacteriano pode, tanto em adição quanto ou invés da introdução ao aglomerador, ser aspergido sobre o minério aglomerado, através de uma aspersão ou aspersões conforme ele é transportado na ou em cada correia
30 transportadora.

De acordo com a presente invenção, ainda é provido um método de aglomeração, para a aglomeração de um

minério de sulfeto a ser lixiviado do monte, o método de aglomeração sendo caracterizado pelas seguintes etapas de processo:

(i) aglomeração, pelo menos em parte, do minério com um ou mais de um ácido, ligante e água; e

(ii) adição de um inócuo bacteriano de bactérias capazes de oxidar sulfetos ao minério, pelo menos parcialmente aglomerado da etapa (i),

pelo que, o minério consequentemente aglomerado é subsequenteiramente empilhado em um ou mais montes para lixívia.

A inoculação efetiva do minério aglomerado, antes do empilhamento dos montes, auxilia na distribuição uniforme da cultura bacteriana adaptada ou inócuo fornecido da coletânea bacteriana. A distribuição uniforme do inócuo bacteriano através de todo o monte minimiza qualquer retardo associado com a necessidade da bactéria de se desenvolver no monte. Além disso, a exposição do inócuo bacteriano ao minério aglomerado nesse estágio anterior, permite que a oxidação do mineral sulfeto ou lixívia, comece imediatamente, caso a mineralogia do minério de sulfeto e condições sejam apropriadas.

Deve ser entendido que o empilhamento do monte ou cada monte é efetivamente um processo contínuo, pelo que, requerendo a operação substancialmente contínua da coletânea bacteriana. Esta é uma razão pela qual a provisão de uma coletânea bacteriana substancial e continuamente operável é vista como vantajosa para a lixívia de monte dos minérios de sulfeto.

Breve Descrição dos Desenhos

A presente invenção será descrita, agora, apenas como exemplo, com referência a uma concretização da mesma e

dos desenhos anexos, nos quais:

A figura 1 é um diagrama esquemático do processo para lixívia de monte de minérios de sulfeto de acordo com a presente invenção; e

5 A figura 2 é uma representação esquemática da etapa de aglomeração e umectação e da introdução da etapa de inócuo bacteriano do processo da figura 1.

Melhor(es) Modos de Realizar a Invenção

Um processo 10 para a lixívia de monte de minérios de sulfeto de acordo com a presente invenção é mostrado na figura 1. O minério passa primeiro pela mineração 12, em um modo conhecido e segue para um processo de moagem 14, onde o minério é moído a um tamanho predeterminado. O tamanho está na faixa de cerca de 2 mm a 15 200 mm e é determinado pelas características de liberação dos sulfetos presentes. É previsto que tamanhos maiores possam ser tolerados em determinadas circunstâncias, incluindo a aplicação da presente invenção ao uso com rejeitos.

20 O minério moído é subsequenteiramente passado para uma etapa de aglomeração ou umectação 16. Na etapa de aglomeração ou umectação, a ser explicada em mais detalhes a seguir, o minério moído é primeiramente aglomerado ou umectado e é subsequenteiramente inoculado com um inócuo bacteriano 18.

O minério da etapa de aglomeração ou umectação 16 é então passado daquela etapa para um transportador e é empregado para empilhar um ou mais montes 20.

30 Uma coletânea bacteriana 22 é provida para a geração substancialmente contínua de uma cultura bacteriana adaptada. A coletânea bacteriana compreende uma série de tanques com temperatura controlada, agitados e aerados.

Adicionalmente, um ou mais nutrientes, tais como, potássio, nitrogênio, fósforo e magnésio podem também ser adicionados à coletânea bacteriana quando considerados necessários para as condições prevalecentes.

5 A coletânea bacteriana 22 é posicionada sobre o sítio, de modo a permitir alimentação do inócuo bacteriano 18 à etapa de aglomeração ou umectação 16, alimentação do inócuo bacteriano 24 em relação ao monte ou cada monte 20, ou alimentação do inócuo bacteriano 26 a um ou mais
10 reservatórios de soluções de lixívia 28. As três alimentações em potencial 18, 24 e 26 ao inócuo bacteriano permitem que a coletânea bacteriana 22 opere em uma base substancialmente contínua, tal que, se um destino para o inócuo bacteriano não estiver disponível, por razões de
15 processo, uma ou mais das opções restantes podem ser apropriadas.

 A coletânea bacteriana 22 é provida com uma porção de minério finamente moído 14, de modo a permitir a adaptação de uma cultura bacteriana de estoque à
20 mineralogia do sulfeto daquele minério moído e quaisquer outras condições ambientais específicas, tal como, a salinidade da água do sítio. Com relação a isso vide a revelação do Pedido de Patente Internacional PCT/AU00/01022 (WO 01/18264 A1) e também US 2004-0206208-A1, o conteúdo
25 total dos mesmos sendo incorporado aqui como referência.

 A quantidade de minério finamente moído 14 alimentada à coletânea bacteriana é suficiente para prover uma polpa fina menor que ou igual a 1% de sólidos. O tempo de retenção da polpa na coletânea bacteriana 22 é
30 suficiente para que as bactérias se multipliquem em número, tal que, uma população significativa de bactérias está sempre presente, preferivelmente na ordem de 10^8 e 10^9

bactérias por mililitro de solução. Em uma forma da invenção, esse é um processo de dois estágios, o primeiro sendo a oxidação dos sulfetos pelas bactérias onde as bactérias se multiplicam em números. O segundo estágio é tipificado pelo destaque das bactérias dos sólidos, as quais serão amplamente oxidadas e então estando disponíveis para anexação aos sólidos frescos. Espera-se que o tempo de retenção para a polpa em cada um desses estágios seja da ordem de 2 dias para cada um.

O monte ou cada monte 20 é disposto de modo geral, para drenar a solução de lixívia do mesmo para um ou mais reservatórios de solução de lixívia 28.

O monte ou cada monte 20 é provido com um dispositivo para irrigação (não mostrado), tal que, cada monte pode ser alimentado com água, oxigênio dissolvido, ácido, inócuo bacteriano e/ou nutrientes ou qualquer combinação desses, se e quando considerado apropriado.

O licor do(s) reservatório(s) da solução de lixívia é recirculado em cada monte 20 conforme apropriado, embora tal recirculação possa ser regular. Uma corrente de drenagem de licor ou solução de lixívia fértil do monte ou cada monte 20 é retirada antes da lixívia nos reservatórios de solução 28 e passada em um dispositivo para recuperação de metal 30.

O monte ou cada monte 20 é formado de uma maneira bem conhecida. Contudo, isso pode ser descrito, resumidamente, como a provisão de uma membrana impermeável em uma almofada pré-preparada. A membrana pode compreender argila ou HDPE, ou pode ser uma combinação de ambos ou outro material apropriado. A adequação de cada material é definida por ele ser de permeabilidade baixa ou zero em relação à solução de lixívia que espera-se flua do monte ou

de cada monte 20.

A preparação da almofada inclui a provisão de dispositivos para facilitar a drenagem da solução de lixívia do monte empilhado. Isso significa que a
5 facilitação da drenagem pode compreender uma camada de rocha ou minério moído grosseiramente ou uma disposição de tubos de drenagem, por exemplo.

O monte ou cada monte 20 é empilhado de modo a permitir aeração do monte e pode incluir a provisão de
10 tubos perfurados no monte, através dos quais o ar e outros gases ou misturas gasosas podem ser soprados.

Na figura 2 é mostrada uma etapa de aglomeração ou umectação 16, em combinação com a introdução do inócuo bacteriano 18, conforme descrito acima. A etapa de
15 aglomeração ou umectação 16 compreende a passagem do minério moído a um tambor aglomerador 32, em uma primeira extremidade 34 do mesmo. Também são introduzidos ao tambor aglomerador 32 na ou próximo à primeira extremidade 34 pelo menos água 36, um ligante, por exemplo, um ligante
20 polimérico 38 e ácido 40. Isto ocorre, aproximadamente, nos primeiros dois terços do tambor aglomerador 32, em uma área designada a zona de aglomeração ou zona de umectação 42. Conforme o minério moído passa ao longo do comprimento do tambor aglomerador 32, ele passa da zona de aglomeração ou
25 umectação 42 para a porção restante do tambor aglomerador 32, designada a zona de inoculação 44. Na ou próximo à segunda extremidade 46 do tambor aglomerador 32 é provida uma entrada, por exemplo, um ou mais jatos de aspersão 48, para o inócuo bacteriano 18. Dessa maneira, o inócuo
30 bacteriano 18 da coletânea bacteriana 22 é aspergido sobre o minério moído ou brevemente antes do minério moído aglomerado sair do tambor aglomerador 32.

O minério moído, aglomerado, terá um teor de umidade entre 2 e 20% na maioria dos casos, dependendo do tamanho de moagem do minério e de sua mineralogia específica, tal como, teor de argila.

5 O minério aglomerado 50 passa da segunda extremidade 46 do tambor aglomerador 32 para uma ou mais correias transportadoras 52 que passam o minério aglomerado 50 para os montes 20. O inócuo bacteriano 18 pode, tanto além ou ao invés da introdução ao tambor aglomerador 32,
10 ser aspergido sobre o minério aglomerado 50, através de uma aspersão ou aspersões 54 conforme o mesmo é transportado na ou em cada correia transportadora 52.

A inoculação eficaz do minério aglomerado antes do empilhamento dos montes 20, ajuda na distribuição
15 uniforme da cultura bacteriana adaptada ou inócuo 18 fornecido pela coletânea bacteriana 22. A distribuição uniforme do inócuo bacteriano 18 através de todo o monte minimiza qualquer retardo associado à necessidade da bactéria de se desenvolver no monte. Além disso, a
20 exposição do inócuo bacteriano 18 ao minério aglomerado nesse estágio anterior, permite que a oxidação do mineral sulfeto ou lixívia, comece imediatamente, caso a mineralogia do minério de sulfeto e condições sejam apropriadas.

25 O mecanismo específico para a inoculação do minério durante aglomeração, conforme descrito aqui, também permite, à medida do possível, que o inócuo não seja exposto à totalidade das condições físicas severas do processo de aglomeração propriamente. Por exemplo, a adição
30 do inócuo bacteriano na ou próximo à segunda extremidade 36 do tambor aglomerador 32 minimiza a exposição da bactéria no inócuo às condições severas de aglomeração, incluindo as

forças abrasivas e de cisalhamento que podem ser experimentadas. Como tal, uma inoculação mais eficaz resultaria do método de aglomeração da presente invenção, em comparação aos métodos da técnica anterior.

5 Deve ser entendido que o empilhamento do monte ou cada monte 20 é efetivamente um processo contínuo, pelo que, requerendo a operação substancialmente contínua da coletânea bacteriana 22. Essa é uma razão pela qual uma coletânea bacteriana continuamente operável é vista como
10 vantajosa para a lixívia do monte de minérios de sulfeto. Adicionalmente, quando se tem várias opções disponíveis para a distribuição da cultura bacteriana da coletânea bacteriana 22, isso torna possível sua operação substancialmente contínua. Isto é, a cultura bacteriana
15 adaptada ou produto de inóculo da coletânea bacteriana 22 pode ser distribuído a uma ou mais dentre aglomeração ou umectação, aos reservatórios que alimentam o monte ou cada monte e/ou diretamente ao monte ou cada monte. De forma final, é previsto que o processo da presente invenção seja
20 tal que permita uma operação de lixívia do monte usando biooxidação operando mais eficazmente e com baixo custo que aqueles da técnica anterior.

 Modificações e variações, tais como, seriam aparentes aos versados na arte são consideradas como
25 estando dentro do escopo da presente invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo (10) para lixívia de montes de minérios de sulfeto com as etapas de (i) aglomeração ou umectação (16) de uma alimentação de minério; **CARACTERIZADO**

5 por

(ii) exposição do minério aglomerado ou umectado a um inócuo (18) contendo uma ou mais espécies bacterianas (22), na zona de inoculação (44) antes do aglomerado sair do tambor aglomerador (32); nos primeiros dois terços do tambor aglomerador (32), que tem uma primeira extremidade (34) e uma segunda extremidade (46), a etapa (i) é conduzida em uma área designada zona de aglomeração ou zona de umectação (42) e a etapa (ii) é realizada na segunda extremidade (44) do aglomerador (32), na área designada zona de inoculação (44), a partir da qual o minério aglomerado ou umectado sai (50)

(iii) formação de um ou mais montes (20) do minério da etapa (ii);

(iv) dispersão adicional de inócuo bacteriano (22) sobre pelo menos uma porção do monte ou cada monte (20); e

(v) recuperação da solução de lixívia drenando dos montes (20) e passando uma porção da mesma a um dispositivo para recuperação de metal (30).

25 2. Processo de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a coletânea de bactérias é provida para fornecer o inócuo bacteriano para adição ao metal aglomerado ou umectado na etapa (i) e para adição ao monte ou a cada monte como na etapa (iv).

30 3. Processo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que um ou mais reservatórios de solução de lixívia são providos para receber solução de

lixívia do monte ou cada monte.

4. Processo de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a solução de lixívia do reservatório ou de cada reservatório de solução de lixívia
5 é recirculada para o monte ou cada monte.

5. Processo de acordo com a reivindicação 3 ou 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que os reservatórios de solução de lixívia também recebem inóculo bacteriano da coletânea bacteriana.

10 6. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a porção de cada solução de lixívia do monte ou cada monte que é alimentada ao dispositivo para recuperação de metal é drenada de cada solução de lixívia antes de passar para os
15 reservatórios de solução de lixívia.

7. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 2 a 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o processo compreende, adicionalmente, a combinação de uma cultura de bactérias de estoque com uma amostra ou porção
20 do minério que é usada na etapa (i) na coletânea bacteriana, de modo a adaptar a cultura bacteriana de estoque àquele minério.

8. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 2 a 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a
25 coletânea bacteriana permite adaptação da cultura bacteriana de estoque à água disponível no local.

9. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 2 a 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a coletânea bacteriana é operada em uma base contínua.

30 10. Processo de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a operação contínua da coletânea bacteriana é facilitada, em parte, pela

capacidade de direcionar o produto daquela coletânea tanto para o minério na etapa (ii), o monte ou cada monte e/ou o reservatório ou cada reservatório de solução de lixívia.

11. Processo de acordo com a reivindicação 10,
5 **CARACTERIZADO** pelo fato de que na formação de minério, o minério alimentado da etapa (i) sofre primeiro mineração e segue para um processo de moagem, onde o minério é moído em um tamanho pré-determinado.

12. Processo de acordo com a reivindicação 11,
10 **CARACTERIZADO** pelo fato de que o minério aglomerado ou umectado da etapa (ii) é passado daquela etapa para um transportador e é usado para empilhar um monte os mais montes da etapa (iii).

13. Processo de acordo com qualquer uma das
15 reivindicações precedentes, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etapa de aglomeração ou umectação compreende passagem do minério moído para um aglomerador em uma primeira extremidade do mesmo.

14. Processo de acordo com a reivindicação 13,
20 **CARACTERIZADO** pelo fato de que pelo menos um ou mais de água, ligante e ácido são introduzidos ao aglomerador na primeira extremidade deste.

15. Processo de acordo com a reivindicação 14,
25 **CARACTERIZADO** pelo fato de que a primeira extremidade do aglomerador é constituída de cerca dos primeiros dois terços do aglomerador em uma área designada de zona de aglomeração ou umectação.

16. Processo de acordo com a reivindicação 15,
30 **CARACTERIZADO** pelo fato de que o minério moído passa ao longo do comprimento do aglomerador, passando da zona de aglomeração ou umectação para a porção restante do aglomerador, designada da zona de inoculação.

17. Processo de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que uma entrada do inócuo para o aglomerador é provida na forma de um ou mais jatos de aspersão.

5 18. Processo de acordo com a reivindicação 17, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o minério aglomerado passa da segunda extremidade do tambor do aglomerador para uma ou mais correias transportadoras que passam o minério aglomerado para o monte ou cada monte.

10 19. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 13 a 18, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o inócuo bacteriano, adicionalmente à introdução ao aglomerador, é aspergido sobre o minério aglomerado através de uma aspersão ou aspersões, conforme é transportado para
15 o monte ou cada monte.

20. Processo de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que possui as etapas de processo de:

(i) provisão de uma coletânea bacteriana para a
20 produção de cultura bacteriana, capaz de biooxidação de minerais de sulfeto no minério; e

(ii) distribuição da cultura bacteriana daquela coletânea para inocular cada uma das alimentações de minério em uma etapa de aglomeração ou umectação, um ou
25 mais montes, e um ou mais reservatórios dispostos para receber a solução de lixívia do monte ou de cada monte, onde as demandas específicas do processo determinam a maneira pela qual a distribuição será equilibrada e onde a inoculação da alimentação de minério é conduzida em um
30 aglomerador e é realizada na extremidade do aglomerador a partir da qual o minério aglomerado ou umectado sai.

21. Processo de acordo com a reivindicação 20,

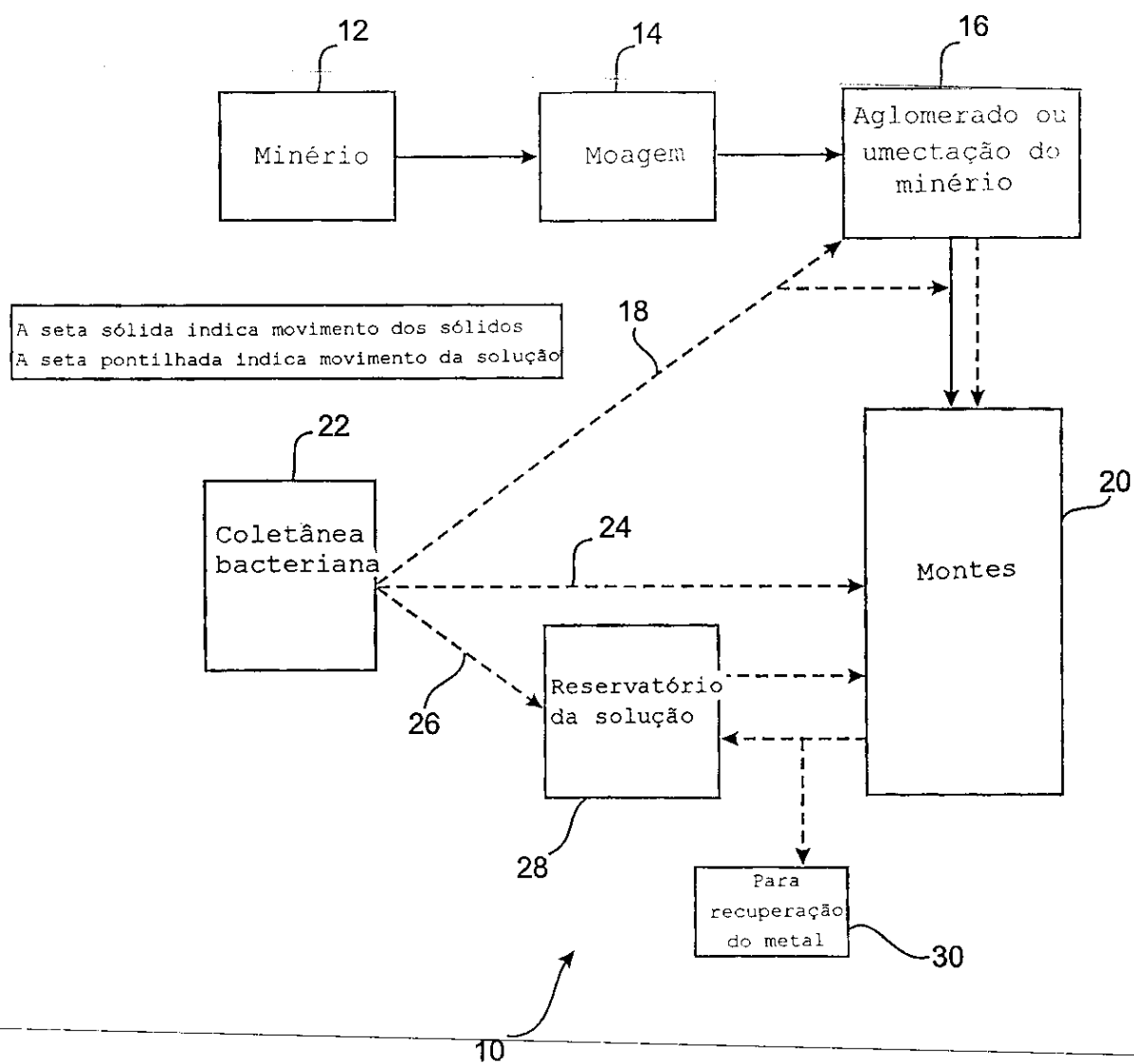
CARACTERIZADO pelo fato de que a coletânea bacteriana inclui a exposição de uma porção da alimentação de minério a ser oxidada a uma cultura bacteriana de estoque não inerente àquele minério, de modo a pré-condicionar ou
5 adaptar a cultura bacteriana de estoque àquele minério.

22. Processo de acordo com a reivindicação 20 ou 21, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a coletânea bacteriana tem a temperatura controlada sendo agitada e aerada.

23. Processo de acordo com qualquer uma das
10 reivindicações 20 a 22, **CARACTERIZADO** pelo fato de que um ou mais nutrientes são adicionados à coletânea bacteriana, conforme necessário, para as condições prevalentes.

24. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 20 a 23, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a
15 coletânea bacteriana é posicionada no lugar, de modo a permitir alimentação do inócuo bacteriano à etapa de aglomeração ou umectação, alimentação do inócuo bacteriano ao monte ou a cada monte, ou alimentação do inócuo bacteriano a um ou mais reservatórios de solução de
20 lixívia.

25. Processo de acordo com a reivindicação 24, **CARACTERIZADO** pelo fato de que as três alimentações em potencial para o inócuo bacteriano permitem que a coletânea bacteriana opere em uma base substancialmente contínua, tal
25 que, se um destino para o inócuo bacteriano não estiver disponível, por razões de processo, uma ou mais opções remanescentes podem ser apropriadas.

**Fig. 1.**

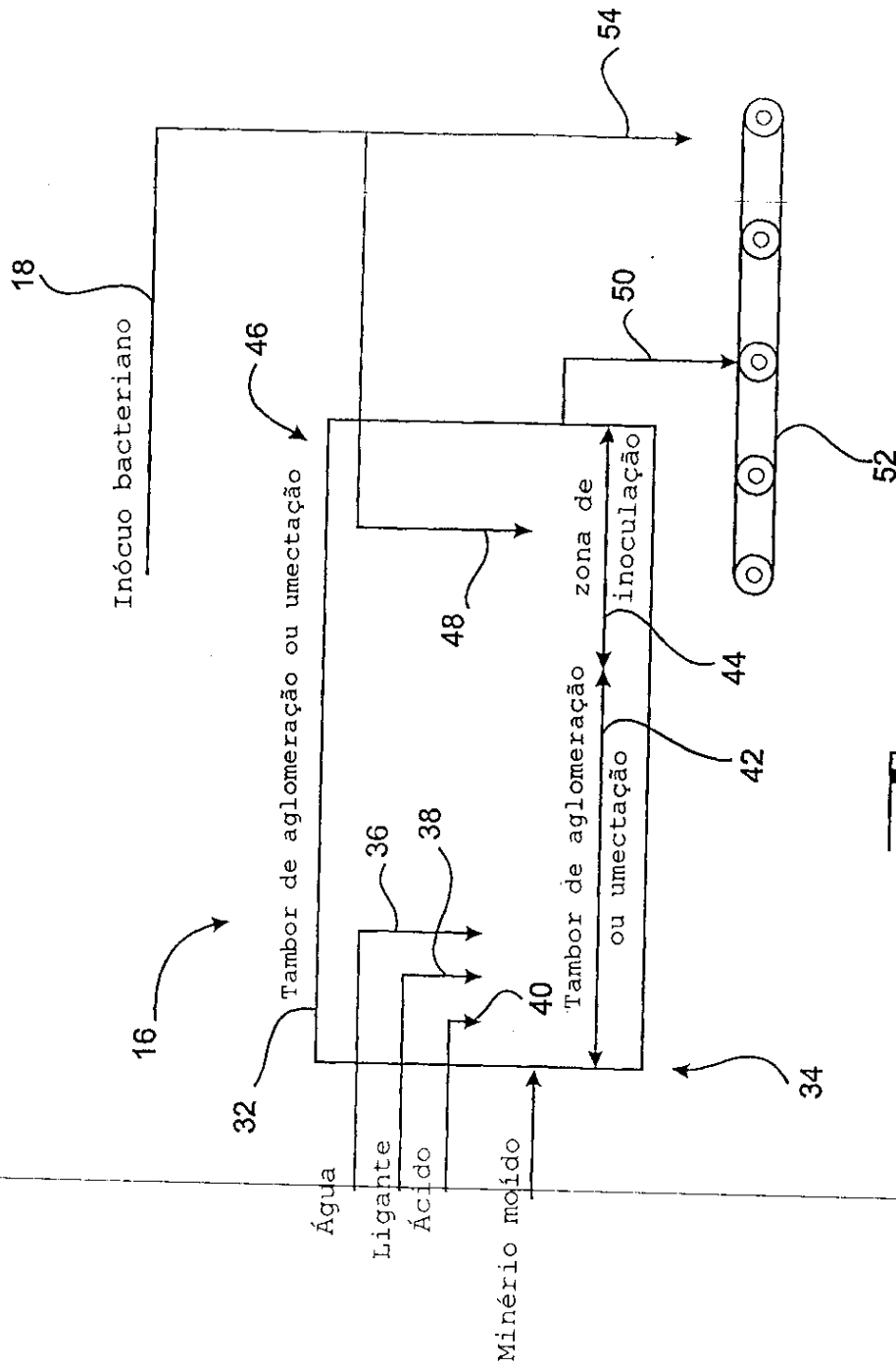


Fig. 2