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

(11) PI 0712596-8 B1

(22) Data do Depósito: 01/05/2007

(45) Data de Concessão: 05/06/2018

(54) Título: MÉTODO DE REABILITAÇÃO DE UMA ÁREA DE DEPOSIÇÃO PARA TORNÁ-LA ADEQUADA PARA CRESCIMENTO DE PLANTAS COMPREENDENDO UM MATERIAL MINERAL EM PARTÍCULAS, E, USO DE UM POLÍMERO

(51) Int.Cl.: B09C 1/08; C02F 11/00; C02F 11/14; C02F 101/10; C02F 103/10; B01D 21/00

(30) Prioridade Unionista: 19/05/2006 GB 06 09998.0

(73) Titular(es): CIBA HOLDING INC.

(72) Inventor(es): JOHN GERARD BELLWOOD; BRIAN DYMOND

"MÉTODO DE REABILITAÇÃO DE UMA ÁREA DE DEPOSIÇÃO PARA TORNÁ-LA ADEQUADA PARA CRESCIMENTO DE PLANTAS COMPREENDENDO UM MATERIAL MINERAL EM PARTÍCULAS, E, USO DE UM POLÍMERO"

[001] A presente invenção refere-se ao fornecimento de uma área de deposição reabilitada para material mineral em partículas, especialmente com características de reabilitação de crescimento de planta aperfeiçoadas, no qual o material mineral tenha sido desidratado a partir da suspensão, especialmente pastas fluidas minerais residuais. A invenção é particularmente adequada para o descarte de refugos e outros materiais residuais resultantes de processamento mineral e processos de beneficiamento, incluindo o codescarte de sólidos espessos e finos, como uma mistura homogênea. Por material mineral em partículas é incluída uma variedade de substratos onde material mineral está presente. Isso incluirá, por exemplo, lama vermelha, refugos de uma variedade de operações de processamento mineral e processamento de refugos de areia oleosa.

[002] Processos de tratamento de minérios minerais de forma a extrair valores minerais normalmente resultarão em material residual. Frequentemente, o material residual consiste em uma pasta fluida aquosa ou lama compreendendo material mineral em partículas, por exemplo, argila, xisto, areia, brita, óxidos de metal, etc. misturados com água.

[003] Em alguns casos, o material residual, tal como refugos de mineração, pode ser convenientemente descartado em uma mina no subsolo para formar um material de re-enchimento. Geralmente, resíduos de re-enchimento compreendem uma alta proporção de partículas espessas de grande tamanho junto com outras partículas de menor tamanho e é bombeado para a mina como uma pasta fluida onde ele é deixado desidratar, deixando os sólidos sedimentados no lugar. É uma prática comum usar floculantes para auxiliar nesse processo através de floculação do material fino para aumentar a

taxa de sedimentação ou reter cimento em uma mistura. Contudo, nesse caso, o material espesso normalmente sedimentará em uma taxa mais rápida do que os finos floculados, resultando em um depósito heterogêneo de sólidos espessos e finos.

[004] Para outras aplicações, pode não ser possível descartar o resíduo em uma mina. Nesses casos, é prática comum descartar esse material através de bombeamento da pasta fluida aquosa em lagos, pilhas ou montes e deixá-lo desidratar gradualmente através das ações de sedimentação, drenagem e evaporação.

[005] Há uma grande cota de pressão ambiental para minimizar a alocação de novos aterros para fins de descarte e usar mais eficazmente as áreas de descarte existentes. Um método é carregar múltiplas camadas de resíduo sobre uma área para, assim, formar pilhas maiores de resíduos. Contudo, isso apresenta uma dificuldade ao assegurar que o material residual flua apenas sobre a superfície de resíduo previamente rigidificado dentro de limites aceitáveis, é deixado rigidificar para formar uma pilha e que o resíduo esteja suficientemente consolidado para suportar múltiplas camadas de material rigidificado sem o risco de colapso ou deslizamento. Assim, os requisitos para fornecer um material residual com o tipo correto de características para empilhamento são, juntos, diferentes daqueles requeridos para outras formas de descarte, tal como re-enchimento dentro de uma área relativamente fechada. Normalmente, considera-se que tais áreas de descarte são inadequadas para qualquer forma de reabilitação, uma vez que o material residual descartado nas mesmas normalmente não é adequado para qualquer forma de trabalho de construção ou para suportar vegetação e é, frequentemente, aterrado.

[006] Em uma operação de processamento mineral típica, sólidos residuais são separados de sólidos que contêm mineral valioso em um processo aquoso. A suspensão aquosa de sólidos residuais frequentemente

contém argilas e outros minerais e é, assim, usualmente referida como refugos. Isso é verdadeiro em uma variedade de sólidos minerais, incluindo refugos de areias oleosas. Esses sólidos são frequentemente concentrados através de um processo de floculação em um espessante para proporcionar um escoamento de maior densidade e recuperar um pouco da água de processo. É usual bombear o escoamento para uma área de contenção de superfície, frequentemente referida como um poço ou represa de refugos. Uma vez depositada nessa área de contenção de superfície, a água continuará a ser liberada da suspensão aquosa, resultando em concentração adicional dos sólidos durante um período de tempo. Uma vez que um volume suficiente de água tenha sido coletado, essa é usualmente bombeada de volta para a fábrica de processamento mineral.

[007] A represa de refugos é frequentemente de tamanho limitado de forma a minimizar o impacto sobre o ambiente. Além disso, o fornecimento de represas maiores pode ser caro em virtude dos altos custos de movimento da terra e da construção de paredes de contenção. As represas tendem a ter um fundo ligeiramente inclinado, o qual permite que qualquer água liberada dos sólidos seja coletada em uma área e a qual pode, então, ser bombeada de volta para a fábrica. Um problema que frequentemente ocorre é quando partículas finas de sólidos são transportadas pela água da chuva, assim, contaminando a água e tendo um impacto prejudicial sobre usos subsequentes da água.

[008] Em muitas operações de processamento mineral, por exemplo, um processo de beneficiamento de areias minerais, também é comum produzir uma segunda corrente residual compreendendo principalmente partículas minerais espessas (> 0,1 mm). É particularmente desejável descartar as partículas residuais espessas e finas como uma mistura homogênea, uma vez que isso melhora as propriedades mecânicas dos sólidos desidratados, reduzindo grandemente o tempo e o custo eventualmente requeridos para reabilitar o aterro. Contudo, usualmente, isso não é possível

porque mesmo se o material residual espesso for totalmente misturado na suspensão aquosa do material residual fino antes de depósito na área de descarte, o material espesso assentará muito mais rápido do que o material fino, resultando em associação dentro dos sólidos desidratados. Além disso, quando a quantidade de material espesso para material fino é relativamente alta, a rápida sedimentação do material espesso pode produzir ângulos de praia excessivos, o que promove o escoamento do resíduo aquoso contendo altas proporções de partículas finas, contaminando adicionalmente a água recuperada. Como um resultado, frequentemente é necessário tratar as correntes residuais finas e espessas separadamente e recombinar esse material através de retrabalho mecânico, uma vez que o processo de desidratação esteja completo.

[009] Tentativas foram feitas para superar todos os problemas acima através de tratamento da alimentação à represa de refugos usando um coagulante ou um floculante para intensificar a taxa de sedimentação e/ou melhorar a clareza da água liberada. Contudo, isso não têm obtido sucesso, uma vez que esses tratamentos têm sido aplicados em doses convencionais e tem obtido pouco ou nenhum benefício sobre a taxa de compactação do material residual fino ou para limitar a agregação de tamanho de partícula.

[0010] Grandes quantidades de material em partícula, tais com refugos de operações de processamento mineral, são descartadas como pastas fluidas aquosas em lagos, reservatórios ou represas. O material seco em uma forma mecanicamente sólida como um resultado da combinação de evaporação, sedimentação e drenagem.

[0011] No processo da Bayer para recuperação de alumina de bauxita, a bauxita é digerida em um líquido alcalino aquoso para formar aluminato de sódio, o qual é separado do resíduo insolúvel. Esse resíduo consiste em areia e partículas finas principalmente de óxido férrico. A suspensão aquosa do último é conhecido como lama vermelha.

[0012] Após a separação primária da solução de aluminato de sódio do resíduo insolúvel, a areia (resíduo espesso) é separada da lama vermelha. O líquido sobrenadante é ainda processado para recuperar aluminato. A lama vermelha é, então, lavada em uma pluralidade de estágios de lavagem sequenciais, nos quais a lama vermelha é contatada por um líquido de lavagem e é, então, floculada através da adição de um agente de floculação. Após o estágio de lavagem final, a pasta fluida de lama vermelha é espessada tanto quanto possível e, então, descartada. Espessamento, no contexto do presente relatório descritivo, significa que o teor de sólidos da lama vermelha é aumentado. O estágio final de espessamento pode compreender assentamento da pasta fluida floculada apenas ou, algumas vezes, incluir uma etapa de filtração. Alternativa ou adicionalmente, a lama pode ser submetida a assentamento prolongado em uma lagoa. Em qualquer caso, esse estágio de espessamento final está limitado pelo requisito de bombear a suspensão aquosa espessada para a área de descarte.

[0013] A lama pode ser descartada e/ou submetida à secagem adicional para subsequente descarte sobre uma área de empilhamento de lama. Para ser adequada para empilhamento de lama, a lama deverá ter um alto teor de sólidos e, quando empilhada, não deverá fluir, mas deverá ser relativamente rígida, de forma que o ângulo de empilhamento seja tão alto quanto possível, de modo que a pilha tome tão pouca área quanto possível para um determinado volume. O requisito de alto teor de sólidos entra em conflito com o requisito de que o material permaneça bombeável como um fluido de modo que, mesmo embora possa ser possível produzir uma lama tendo o alto teor de sólidos desejado para empilhamento, isso pode tornar a lama não bombeável.

[0014] A fração de areia removida do resíduo também é lavada e transferida para a área de descarte para desidratação e descarte separados.

[0015] O EP-A-388108 descreve a adição de um polímero absorvente

de água, insolúvel em água a um material compreendendo um líquido aquoso com sólidos em partículas dispersos, tal como lama vermelha, antes de bombeamento e, então, bombeamento do material, permitindo que o material descanse e, então, deixá-lo rigidificar e se tornar um sólido empilhável. O polímero absorve o líquido aquoso da pasta fluida, o que ajuda na aglutinação dos sólidos em partículas e, assim, solidificação do material. Contudo, esse processo tem a desvantagem de que ele requer altas doses de polímero absorvente de forma a obter solidificação adequada. De forma a obter um material suficientemente rigidificado, frequentemente é necessário usar doses tão altas quanto 10 a 20 quilogramas por tonelada de lama. Embora o uso de polímero absorvente intumescível em água para rigidificar o material pareça proporcionar um aumento evidente nos sólidos, o líquido aquoso é, na verdade, mantido dentro do polímero absorvente. Isso apresenta a desvantagem de que, uma vez que o líquido aquoso na verdade não foi removido do material rigidificado e, sob determinadas condições, o líquido aquoso poderia ser dessorvido subsequentemente e isso poderia acarretar um risco de refluidização do material residual, com o risco inevitável de desestabilização da pilha. Essa técnica não resulta em desidratação da suspensão e, além disso, não fornece indicação de que uma forma de reabilitação seria possível.

[0016] O WO-A-96/05146 descreve um processo de empilhamento de uma pasta fluida aquosa de sólidos em partículas o qual compreende mistura de uma emulsão de um polímero solúvel em água disperso em uma fase oleosa contínua com a pasta fluida. Preferência é dada à diluição do polímero em emulsão com um diluente e o qual está, de preferência, em um líquido ou gás de hidrocarboneto e o qual não inverte a emulsão. Portanto, é um requisito do processo que o polímero não seja adicionado à pasta fluida como uma solução aquosa. Não há divulgação de que desidratação e rigidificação possam ser obtidas suficientemente para formar pilhas do material mineral

através da adição de uma solução aquosa do polímero. Além disso, não há indicação, nesse documento, de que reabilitação da área de descarte contendo o material empilhado possa ser obtida.

[0017] O WO-A-0192167 descreve um processo onde um material compreendendo uma suspensão de sólidos em partículas é bombeada como um fluido e, então, deixada descansar e rigidificar. A rigidificação é obtida através de introdução, na suspensão, de partículas de um polímero solúvel em água o qual tem uma viscosidade intrínseca de pelo menos 3 dl/g. Esse tratamento permite que o material retenha sua fluidez enquanto está sendo bombeado mas, mediante descanso, faz com que o material rigidifique. Esse processo tem o benefício de que os sólidos concentrados podem ser facilmente empilhados, o que minimiza a área de aterro requerida para descarte. O processo também tem a vantagem sobre o uso de polímeros absorventes de água reticulados pelo fato de que a água da suspensão é liberada em vez de ser absorvida e retida pelo polímero. A importância do uso de partículas de polímero solúvel em água é enfatizada e é afirmado que o uso de soluções aquosas do polímero dissolvido seria ineficaz. Liberação muito eficaz de água e armazenamento conveniente dos sólidos residuais é obtida através desse processo, especialmente quando aplicado ao escoamento de lama vermelha do processo de alumina da Bayer. Embora essa técnica proporcione desidratação adequada e rigidificação de suspensões de material mineral em partículas, não há nada indicando que reabilitação da área de descarte possa ser obtida.

[0018] O WO2004/060819 descreve um processo no qual material compreendendo um líquido aquoso com sólidos em partículas dispersos é transferido como um fluido para uma área de deposição, então, deixado descansar e rigidificar e no qual a rigidificação é melhorada enquanto retém a fluidez do material durante transferência através de combinação, com o material, de uma quantidade eficaz para rigidificação de uma solução aquosa de

um polímero solúvel em água. Também descrito é um processo no qual desidratação dos sólidos em partículas é obtida. Embora esse processo proporcione aperfeiçoamentos significativos na rigidificação e desidratação de suspensões de material mineral em partículas, não há nada nessa descrição que indique que qualquer reabilitação da área de descarte possa ser possível.

[0019] No caso de processamento de areias oleosas, o minério é processado para recuperar a fração de betume e o restante, incluindo material de processo e a ganga, constitui os refugos que não são valiosos e devem ser descartados. Em processamento de areias oleosas, o principal material de processo é água e a ganga é principalmente areia com algum lodo e argila. Fisicamente, os refugos consistem em uma parte sólida (refugos de areia) e uma parte mais ou menos fluida (pasta fluida). O local mais satisfatório para descarte desses refugos seria no buraco escavado existente no solo. Todavia, os componentes de areia e pasta fluida ocupariam um volume maior do que o minério do qual eles foram processados.

[0020] No processo para recuperação de óleo pesado e betume de depósitos de areia oleosa, ao usar mineração por fundição aberta, o óleo ou betume é extraído através de um processo com água quente no qual areias oleosas são misturadas com água a 65°C (150°F) e um produto cáustico ou através de um processo de extração de baixa energia realizado em temperaturas menores sem produto cáustico. Contudo, ambos os processos geram grandes volumes de refugos os quais consistem no corpo todo de minério de areia oleosa mais adições de líquido de água de processo menos somente o produto de betume recuperado.

[0021] Esses refugos de areia oleosa podem ser subdivididos em três categorias, viz.: (1) tamanho excessivo na peneira, (2) refugos espessos ou de areia (a fração que assenta rapidamente) e (3) finos ou refugo de pasta fluida (a fração que assenta lentamente). Assim, os refugos de areia oleosa são compostos de partículas de diferentes tamanhos.

[0022] Sabe-se bem como concentrar esses refugos de areia oleosa em um espessante para proporcionar um escoamento de maior densidade e recuperar um pouco da água de processo conforme mencionado acima.

[0023] Por exemplo, Xu.Y et al., *Mining Engineering*, Novembro de 2003, páginas 33-39, descrevem a adição de floculantes aniônicos a refugos de areia oleosa no espessante antes de descarte.

[0024] A US 3707523 descreve o preparo de aterro reconstituído através de tratamento de uma areia com poliacrilamida hidrolisada e, então, mistura dessa areia tratada com lodos residuais do minério de fosfato.

[0025] A US 4611951 descreve a reivindicação de locais de mina escavados usando lodos de minério residuais contendo um floculante e drenagem da água do leito de lodo assentado. Esse é, então, pulverizado com refugos de areia misturados com um lodo aquoso contendo floculante e sólidos de argila ultrafinos. Após plantio de mudas, vegetação foi deixada crescer.

[0026] A US 3718003 descreve a combinação de sólidos finos em um depósito de refugos minerais geralmente espessos de forma a melhorar a fertilidade do material consolidado.

[0027] Seria desejável descobrir um método de reabilitação de uma área de deposição ou local de descarte o qual não requeira necessariamente um floculante aplicado à areia apenas. Seria também desejável descobrir um processo que evite pré-espessamento de lodos. Além disso, seria desejável proporcionar uma zona reabilitada com características aperfeiçoadas de revegetação.

[0028] A técnica anterior também tem a desvantagem de requerer padrões específicos de distribuição física de forma a obter finos de areia os quais são misturados e cobertos. Além disso, a técnica anterior requer retrabalho extensivo dos sólidos, por exemplo, por escavadoras mecânicas e também um período de tempo considerável de forma que o material não tratado seja compactado em um teor de sólidos adequado.

[0029] Além disso, seria desejável proporcionar um processo que evite múltiplos estágios de tratamento.

[0030] Em um aspecto da invenção, é proporcionado um método de reabilitação de uma área de deposição para torná-la adequada para crescimento de plantas compreendendo um material mineral em partículas, cujo material mineral em partículas tem sido desidratado a partir de uma suspensão do referido material, compreendendo as etapas de transferência da suspensão do material mineral em partículas como um fluido para a área de deposição e na qual a suspensão é deixada descansar e desidratar na área de deposição para formar um material mineral em partículas desidratado, em que a reabilitação da área de descarte é obtida através da adição de uma quantidade desidratada de um polímero à suspensão do material mineral em partículas enquanto ele está sendo transferido como um fluido para a área de deposição, em que o polímero é um polímero solúvel em água sintético formado a partir de um ou mais monômeros etilenicamente insaturados tendo uma viscosidade intrínseca de pelo menos 4 dl/g ou um polímero solúvel em água que é um polímero natural ou um polímero seminatural.

[0031] Um outro aspecto da invenção se refere a um novo uso de um polímero para fins de reabilitação de uma área de deposição. Assim, nessa forma, é proporcionado o uso de um polímero na desidratação de uma suspensão de material mineral em partículas para fins de proporcionar uma área de deposição com características aperfeiçoadas de reabilitação de crescimento de planta, no qual o referido polímero é adicionado à suspensão de material mineral em partículas enquanto ela está sendo transferida como um fluido para uma área de deposição e no qual a suspensão é deixada descansar e desidratar na área de deposição para formar um material mineral em partículas desidratado, em que o polímero é um polímero solúvel em água sintético formado a partir de um ou mais monômeros etilenicamente insaturados tendo uma viscosidade intrínseca de pelo menos 4 dl/g ou um polímero solúvel em

água que é um polímero natural ou um polímero seminatural.

[0032] Na aplicação do polímero à suspensão do material mineral em partículas à medida que ela é transferida como um fluido, foi descoberto que o material sólido desidratado permite, adequadamente, reabilitação da área de deposição. Além disso, as desvantagens antes mencionadas da técnica anterior são facilmente superadas pela invenção. Por área de deposição entenda-se qualquer área onde o material em partículas antes mencionado pode ser depositado. Essa pode, por exemplo, ser qualquer área onde resíduo é depositado a partir de uma operação de processamento de mineral. Alternativamente, ela pode ser qualquer área que tenha sido escavada, por exemplo, para extrair material útil, por exemplo, minerais valiosos, incluindo betume, e no qual a área escavada é enchida com material em partículas tratado de acordo com a invenção. Geralmente, a reabilitação da área incluirá, por exemplo, tornar a área de descarte adequada para construção ou outra construção ou, de preferência, a reabilitação é ainda obtida através de introdução, na área de deposição, de plantas, mudas ou sementes adequadas para germinação. Tipicamente, essas serão deixadas crescer para formar uma cobertura de vegetação.

[0033] Geralmente, sólidos suspensos podem ser concentrados em um espessante e esse material, por exemplo, deixará o espessante como um escoamento o qual será bombeado ao longo de um conduto para uma área de deposição. O conduto pode ser qualquer meio conveniente para transferência do material para a área de deposição e pode, por exemplo, ser um tubo ou um fosso. O material permanece fluido e bombeável durante o estágio de transferência, até que o material seja deixado descansar.

[0034] Desejavelmente, o processo da invenção é parte da operação de processamento mineral na qual uma suspensão aquosa de sólidos residuais é opcionalmente floculada em um vaso para formar uma camada de sobrenadante compreendendo um líquido aquoso e uma camada de

escoamento compreendendo sólidos espessados os quais formam o material. A camada de sobrenadante será separada do escoamento no vaso e, tipicamente, reciclada ou submetida a processamento adicional. A suspensão aquosa de sólidos residuais ou, opcionalmente, o escoamento espessado, é transferido, usualmente através de bombeamento, para uma área de deposição a qual pode, por exemplo, ser uma represa ou lagoa de refugos.

[0035] O material pode consistir principalmente apenas em partículas finas ou uma mistura de partículas finas e espessas. Opcionalmente, partículas espessas adicionais podem ser combinadas com a suspensão aquosa em qualquer ponto conveniente antes de descarga na área de deposição. Uma vez que o material tenha atingido a área de deposição, ele é deixado descansar e desidratar e, além disso, de preferência, rigidificação ocorre.
O polímero pode ser adicionado ao material em uma quantidade eficaz em qualquer ponto conveniente, tipicamente durante transferência. Em alguns casos, a suspensão aquosa pode ser transferida primeiro para um vaso de contenção antes de ser transferida para a área de deposição. Após deposição da suspensão de material mineral em partículas, ele desidratará para formar um sólido desidratado com características reduzidas de formação de poeira. De preferência, a suspensão desidratada de material mineral em partículas formará uma massa sólida seca e compacta através das ações combinadas de sedimentação, drenagem e secagem evaporativa.

[0036] A superfície do material mineral em partículas depositado atingirá um estado substancialmente seco. Além disso, o material mineral em partículas será, tipicamente, consolidado adequadamente e firme, por exemplo, em virtude de rigidificação e desidratação simultâneas, para permitir que o aterro traga um peso significativo geralmente necessário para reabilitação.

[0037] Doses adequadas de polímero oscilam de 10 gramas a 10.000 gramas por tonelada de sólidos de material. Geralmente, a dose apropriada

pode variar de acordo com o material em particular e o teor de sólidos do material. Doses preferidas estão na faixa de 30 a 3.000 gramas por tonelada, mais preferivelmente 30 a 1000 gramas por tonelada, embora doses ainda mais preferidas estejam na faixa de 60 a 200 ou 400 gramas por tonelada. O polímero pode ser adicionado à suspensão de material mineral em partículas, por exemplo, a pasta fluida de refugos, na forma em partículas sólidas, alternativamente como uma solução aquosa que tenha sido preparada através de dissolução do polímero em água ou um meio aquoso.

[0038] As partículas de material mineral são usualmente inorgânicas. Tipicamente, o material pode ser derivado de ou conter bolo de filtro, refugos, escoamentos de espessamente ou correntes residuais de fábricas não espessadas, por exemplo, outros refugos ou lodos minerais, incluindo fosfato, diamante, lodos de ouro, areias minerais, refugos de zinco, chumbo, cobre, prata, urânio, níquel, processamento de minério de ferro, carvão, areias oleosas ou lama vermelha. O material pode ser sólidos assentados do espessante ou estágio de lavagem final de uma operação de processamento mineral. Assim, o material, desejavelmente, resulta de uma operação de processamento mineral. De preferência, o material compreende refugos. De preferência, o material mineral seria de natureza hidrofílica e, mais preferivelmente, selecionado de lama vermelha e refugos contendo argila hidrofílica, tais como refugos de areias oleosas, etc.

[0039] Os refugos finos ou outro material o qual é bombeado podem ter um teor de sólidos na faixa de 10% a 80% em peso. As pastas fluidas estão, frequentemente, na faixa de 20% a 70% em peso, por exemplo, 45% a 65% em peso. Os tamanhos de partículas em uma amostra típica dos refugos finos são substancialmente todos menores do que 25 mícrons, por exemplo, cerca de 95% em peso do material são partículas de menos de 20 mícrons e cerca de 75% são menores do que 10 mícrons. Os refugos espessos são substancialmente maiores do que 100 mícrons, por exemplo, cerca de 85%

são maiores do que 100 mícrons, mas geralmente menores do que 10.000 mícrons. Os refugos finos e refugos espessos podem estar presentes ou combinados juntos em qualquer proporção conveniente, contanto que o material permaneça bombeável.

[0040] Os sólidos em partículas dispersos podem ter uma distribuição bimodal de tamanhos de partícula. Tipicamente, essa distribuição bimodal pode compreender uma fração fina e uma fração espessa, na qual o pico de fração fina é substancialmente menor do que 25 mícrons e o pico de fração espessa é substancialmente maior do que 75 mícrons. Foi descoberto que melhores resultados são obtidos, em termos de desidratação e rigidificação, quando o material é relativamente concentrado e homogêneo. A invenção, todavia, também proporciona reabilitação aperfeiçoada. Também, seria desejável combinar a adição do polímero com outros aditivos. Por exemplo, as propriedades de fluxo do material através de um conduto podem ser facilitadas através de inclusão de um dispersante. Tipicamente, onde um dispersante é incluído, ele seria incluído em quantidades convencionais. Contudo, foi descoberto, surpreendentemente, que a presença de dispersantes ou outros aditivos não prejudica a desidratação, rigidificação do material ou, na verdade, a reabilitação da área na qual ele é depositado. Pode também ser desejável pré-tratar o material com um coagulante orgânico ou inorgânico para pré-coagular o material fino para auxiliar em sua retenção no material em partículas desidratado.

[0041] Na presente invenção, o polímero é adicionado diretamente à suspensão antes mencionada de material mineral em partículas que está sendo transferida. O polímero pode consistir total ou parcialmente em polímero solúvel em água. Assim, o polímero pode compreender uma mistura de polímero reticulado e polímero solúvel em água, proporcionado suficientemente, contanto que o suficiente do polímero seja solúvel em água ou se comporte como solúvel em água para levar à desidratação mediante

descanso. O polímero pode estar em uma forma de partículas substancialmente secas mas, de preferência, é adicionado como uma solução aquosa.

[0042] O polímero pode ser uma mistura física de polímero intumescível e polímero solúvel ou, alternativamente, é um polímero ligeiramente reticulado, por exemplo, conforme descrito no EP202780. Embora as partículas poliméricas possam compreender algum polímero reticulado, é essencial para a presente invenção que uma quantidade significativa de polímero solúvel em água esteja presente. Quando as partículas poliméricas compreendem algum polímero intumescível, é desejado que pelo menos 80% do polímero sejam solúveis em água.

[0043] O polímero compreenderá polímero o qual é total ou pelo menos substancialmente solúvel em água. O polímero solúvel em água pode ser ramificado pela presença de um agente de ramificação, por exemplo, conforme descrito em WO-A-9829604, por exemplo, na reivindicação 12 ou, alternativamente, o polímero solúvel em água é substancialmente linear.

[0044] De preferência, o polímero solúvel em água é de um peso molecular moderado a alto. Desejavelmente, ele terá uma viscosidade intrínseca de pelo menos 3 dl/g (medida em NaCl a 1M a 25°C) e geralmente pelo menos 5 ou 6 dl/g, embora o polímero possa ser de um peso molecular significativamente alto e exibir uma viscosidade intrínseca de 25 dl/g ou 30 dl/g ou mesmo maior. De preferência, o polímero terá uma viscosidade intrínseca na faixa de 8dl/g a 25 dl/g, mais preferivelmente 11 dl/g ou 12 dl/g a 18 dl/g ou 20 dl/g.

[0045] A viscosidade intrínseca de polímeros pode ser determinada preparando uma solução aquosa do polímero (0,5-1% peso/peso) baseado no teor de ativos do polímero. 2 g dessa solução polimérica a 0,5-1% são diluídos para 100 ml em um frasco volumétrico com 50 ml de solução de cloreto de sódio a 2 M que é tamponada para um pH de 7,0 (usando 1,56 g de

di-hidrogenofosfato de sódio e 32,26 g de hidrogenofosfato dissódico por litro de água desionizada) e o todo é diluído para a marca de 100 ml com água desionizada. A viscosidade intrínseca dos polímeros é medida usando um viscômetro de nível suspenso no Número 1 a 25°C em solução salina tamponada a 1M.

[0046] O polímero solúvel em água pode ser um polímero natural, por exemplo, polissacarídeos, tais como amido, goma guar ou dextrana ou um polímero seminatural, tal como carboximetil celulose ou hidroxietil celulose. De preferência, o polímero é sintético e, de preferência, ele é formado de um monômero solúvel em água etilenicamente insaturado ou mistura de monômeros.

[0047] O polímero solúvel em água pode ser catiônico, não iônico, anfotérico ou aniônico. Os polímeros são, de preferência, sintéticos e podem ser formados a partir de quaisquer monômeros solúveis em água adequados. Tipicamente, os monômeros solúveis em água têm uma solubilidade em água de pelo menos 50 g/L (5 g/100 cc) a 25°C. Polímeros preferidos são não iônicos ou aniônicos e formados de um ou mais monômeros etilenicamente insaturados. Quando o polímero é não iônico, ele será formado a partir de um ou mais monômeros não iônicos, por exemplo, selecionados do grupo consistindo em (met) acrilamida, hidróxi alquil ésteres de ácido (met) acrílico e N-vinil pirrolidona. Tipicamente, os polímeros aniônicos são formados a partir de um ou mais monômeros iônicos opcionalmente em combinação com um ou mais monômeros iônicos.

[0048] Polímeros aniônicos particularmente preferidos são formados a partir de monômeros selecionados de ácido carboxílico etilenicamente insaturado e monômeros de ácido sulfônico, de preferência selecionados de ácido (met) acrílico, ácido alil sulfônico e ácido 2-acrilamido-2-metil propano sulfônico e seus sais, opcionalmente em combinação com comonômeros não iônicos, de preferência selecionados de (met) acrilamida, hidróxi alquil

ésteres de ácido (met) acrílico e N-vinil pirrolidona. Polímeros aniônicos especialmente preferidos incluem o homopolímero de acrilamida ou um copolímero de acrilamida com acrilato de sódio.

[0049] Pode ser desejável usar polímeros catiônicos de acordo com a presente invenção. Polímeros catiônicos adequados podem ser formados a partir de monômeros etilenicamente insaturados selecionados de dimetil amino etil (met) acrilato quaternário - cloreto de metila (DMAEA.MeCl), cloreto de dialil dimetil amônio quaternário (DADMAC), cloreto de trimetil amino propil (met) acrilamida (ATPAC) opcionalmente em combinação com comonômeros não iônicos, de preferência selecionados de (met) acrilamida, hidróxi alquil ésteres de ácido (met) acrílico e N-vinil pirrolidona.

[0050] Em alguns casos, descobriu-se ser vantajoso adicionar separadamente combinações de tipos de polímeros. Assim, uma solução aquosa de um polímero aniônico, catiônico ou não iônico pode ser adicionada ao material mencionado acima primeiro, seguido por uma segunda dose de um polímero solúvel em água similar ou diferente de qualquer tipo.

[0051] Na invenção, o polímero solúvel em água pode ser formado através de qualquer processo de polimerização adequado. Os polímeros podem ser preparados, por exemplo, como polímeros em gel através de polimerização em solução, polimerização em suspensão água-em-óleo ou através de polimerização em emulsão água-em-óleo. Quando de preparo de polímeros em gel através de polimerização em solução, os iniciadores são geralmente introduzidos na solução de monômeros.

[0052] Opcionalmente, um sistema iniciador térmico pode ser incluído. Tipicamente, um iniciador térmico incluiria qualquer composto iniciador adequado que libere radicais em uma temperatura elevada, por exemplo, compostos azo, tais como azo-bis-isobutironitrila. A temperatura durante polimerização se elevará para pelo menos 70°C mas, de preferência, abaixo de 95°C. Alternativamente, polimerização pode ser realizada através

de irradiação (luz ultravioleta, energia de micro-ondas, calor, etc.), opcionalmente também usando iniciadores de radiação adequados. Uma vez que a polimerização esteja completa e o gel polimérico tenha sido deixado esfriar suficientemente, o gel pode ser processado de uma forma padrão primeiro através de trituração do gel em pedaços menores, secagem para um polímero substancialmente desidratado, seguido por trituração em um pó. Alternativamente, géis poliméricos podem ser fornecidos na forma de géis poliméricos, por exemplo, como logs de polímero em gel.

[0053] Tais géis poliméricos podem ser preparados através de qualquer técnica de polimerização adequada conforme descrito acima, por exemplo, através de irradiação. Os géis podem ser triturados para um tamanho apropriado conforme requerido e, então, quando de aplicação, misturados com o material como partículas poliméricas solúveis em água parcialmente hidratadas.

[0054] Os polímeros podem ser produzidos como glóbulos através de polimerização em suspensão ou como uma emulsão ou dispersão água-em-óleo através de polimerização em emulsão água-em-óleo, por exemplo, de acordo com o processo definido pelo EP-A-150933, EP-A-102760 ou EP-A-126528.

[0055] Alternativamente, o polímero solúvel em água pode ser fornecido como uma dispersão em um meio aquoso. Essa pode, por exemplo, ser uma dispersão de partículas poliméricas de pelo menos 20 mícrons em um meio aquoso contendo um agente de equilíbrio, conforme fornecido em EP-A-170394. Essa pode, por exemplo, também incluir dispersões aquosas de partículas poliméricas preparadas através da polimerização de monômeros aquosos na presença de um meio aquoso contendo polímeros de baixa absorção IV dissolvidos, tal como cloreto de poli dialil dimetil amônio e opcionalmente outros materiais dissolvidos, por exemplo, eletrólitos e/ou compostos de multi-hidróxi, por exemplo, polialquileno glicóis, conforme

fornecido em WO-A-9831749 ou WO-A-9831748.

[0056] A solução aquosa de polímero solúvel em água é, tipicamente, obtida através de dissolução do polímero em água ou através de diluição de uma solução mais concentrada do polímero. Geralmente polímero em partículas sólidas, por exemplo, na forma de pó ou glóbulos, é disperso em água e deixado dissolver com agitação. Isso pode ser obtido usando equipamento de composição convencional. Desejavelmente, a solução polimérica pode ser preparada usando o Auto Jet Wet (marca comercial) fornecido pela Ciba Specialty Chemicals. Alternativamente, o polímero pode ser fornecido na forma de uma emulsão de fase invertida ou dispersão a qual pode, então, ser invertida com água.

[0057] Onde o polímero é adicionado como uma solução aquosa, ele pode ser adicionado em qualquer concentração adequada. Pode ser desejável empregar uma solução relativamente concentrada, por exemplo, até 10% ou mais baseado no peso do polímero de forma a minimizar a quantidade de água introduzida no material. Usualmente, será desejável adicionar a solução polimérica em uma menor concentração para minimizar problemas resultantes da alta viscosidade da solução polimérica e facilitar a distribuição do polímero por todo o material. A solução polimérica pode ser adicionada em uma concentração relativamente diluída, por exemplo, tão baixo quanto 0,01% em peso de polímero. Tipicamente, a solução polimérica normalmente será usada em uma concentração entre 0,05 e 5% em peso do polímero. De preferência, a concentração de polímero estará na faixa de 0,1% a 2 ou 3%. Mais preferivelmente, a concentração oscilará de 0,25% ou 0,5% a cerca de 1 ou 1,5%.

[0058] Na presente invenção, a suspensão do material mineral em partículas pode, tipicamente, ser um material residual de uma operação de processamento mineral.

[0059] Quando suspensões aquosas de materiais em partículas finos e

espessos estão sendo combinadas para fins de codescarte, a quantidade eficaz da solução de polímero solúvel em água normalmente será adicionada durante ou após a mistura das diferentes correntes residuais em uma pasta fluida homogênea.

[0060] Tipicamente, a suspensão de material mineral em partículas pode ser transferida ao longo de um conduto e através de uma saída para a área de deposição. A suspensão de material mineral em partículas, então, será deixada desidratar na área de deposição. De preferência, a suspensão de material em partícula que tenha sido transferida para a área de deposição também rigidificará mediante descanso. Em muitos casos, a área de deposição já conterá material mineral rigidificado. Adequadamente, a suspensão de material mineral em partículas, quando atinge a área de deposição, fluirá sobre a superfície de material mineral previamente rigidificado e o material será deixado descansar e rigidificar para formar uma pilha.

[0061] De preferência, o material será bombeado como um fluido para uma saída na área de deposição e o material deixado fluir sobre a superfície do material rigidificado. O material é deixado descansar e rigidificar e, portanto, formar uma pilha de material rigidificado. Esse processo pode ser repetido várias vezes para formar uma pilha que compreende várias camadas de material rigidificado. A formação de pilhas de material rigidificado tem a vantagem de que menos área é requerida para descarte.

[0062] Em uma operação de processamento mineral onde uma suspensão contendo sólidos é floculada em um espessante de forma a separar a suspensão em uma camada de sobrenadante e um material de escoamento, o material pode ser, tipicamente, tratado em qualquer ponto adequado após floculação no espessante, mas antes que o material seja deixado descansar. Tipicamente, a suspensão é transferida ao longo de um contudo para uma área de deposição. Isso é normalmente obtido através de bombeamento da

suspensão de material mineral em partículas. Uma quantidade adequada e eficaz para desidratação do polímero solúvel em água pode ser misturada com o material antes de ou durante um estágio de bombeamento. Geralmente, isso será suficiente para proporcionar um material sólido adequado para reabilitação da área, em particular onde a suspensão do material em partículas é simultaneamente rigidificada. Dessa forma, o polímero pode ser distribuído por todo o material.

[0063] Alternativamente, o polímero pode ser introduzido e misturado com o material subsequentemente a um estágio de bombeamento. O ponto mais eficaz de adição dependerá do substrato e da distância do espessante para a área de deposição. Se o conduto for relativamente curto, pode ser vantajoso dosar a solução polimérica próximo de onde o material flui a partir do espessante. Por outro lado, onde a área de deposição é significativamente distante do espessante, pode ser desejável introduzir a solução polimérica mais próximo da saída. Em alguns casos, pode ser conveniente introduzir a solução polimérica no material à medida que ele sai pela saída. Frequentemente, pode ser desejável adicionar o polímero à suspensão antes que ele saia pela saída, de preferência dentro de 10 metros da saída.

[0064] As características reológicas do material à medida que ele flui através do conduto para a área de deposição são importantes, uma vez que qualquer redução significativa nas características de fluxo poderia prejudicar gravemente a eficiência do processo. É importante que não haja assentamento significativo dos sólidos, uma vez que isso poderia resultar em um bloqueio, o que pode significar que a fábrica tem de ser fechada para permitir que o bloqueio seja eliminado. Além disso, é importante que não haja redução significativa nas características de fluxo, uma vez que isso poderia prejudicar drasticamente a capacidade de bombeamento do material. Tal efeito prejudicial poderia resultar em custos de energia significativamente aumentados à medida que o bombeamento se torna mais difícil e a

probabilidade de desgaste aumentado do equipamento de bombeamento.

[0065] As características reológicas da suspensão de material mineral em partículas à medida que ele desidrata são importantes visto que, uma vez o material é deixado descansar, é importante que fluxo seja minimizado e que, idealmente, solidificação e, de preferência, rigidificação do material se processe rapidamente. Se o material for muito fluido, então, ele não formará uma pilha eficaz e há também um risco de que ele contamine a água liberada do material. Também, é desejável que o material rigidificado seja suficientemente forte para permanecer intacto e suportar o peso de camadas subsequentes de material rigidificado que são aplicadas ao mesmo. Essa característica é particularmente desejável para reabilitação da área na qual o material tem sido depositado.

[0066] A presente invenção tende a permitir a formação de uma mistura não segregada em uma única etapa. Quando de desidratação, uma camada supra-aérea é formada e isso a torna adequada para que o crescimento de vegetação ocorra. Além disso, a proporção de material de tamanho espesso para finos é previsível, em oposição a técnicas convencionais nas quais o grau de interformação de camadas em geral seria variável. Outras vantagens com relação a outros métodos de reabilitação incluem uma abordagem simples para proporcionar uma zona reabilitada tipicamente através de um tratamento simples e contínuo em uma suspensão fluida de material a ser depositado.

[0067] A estrutura aberta não segregada da pilha tratada é mais permeável à água da chuva posterior, o que é benéfico para o crescimento da planta. Isso proporciona uma estrutura mais próxima daquela do solo natural. As plantas precisam de ar, água e nutrientes de forma a sobreviver e florescer. Sem movimento livre de água e nutrientes, condições anaeróbicas são produzidas e o crescimento da planta não pode ser sustentado. É provável que a estrutura gerada pelo tratamento sejam benéficas para crescimento vegetativo, gerado via revegetação natural ou através de hidrocultura.

Também é possível incorporar sementes e nutrientes na camada final de material tratado de forma a proporcionar um processo simples, com um único estágio para encorajar germinação na superfície.

[0068] Frequentemente, o material mineral em partículas, por exemplo, refugos, pode conter contaminantes solúveis, por exemplo, altos níveis de sais, o que pode ser prejudicial para o crescimento das plantas e, portanto, impedir a reabilitação. Altos níveis de sais, tal como NaCl, podem estar presentes em virtude da atividade de processamento mineral em circuito fechado no qual todos os sais são lavados do minério, por exemplo, no caso de refugos de carvão. Além disso, o material mineral pode também conter metais pesados solúveis os quais foram lixiviados do minério na operação de processamento mineral. Na presente invenção, o tratamento de rigidificação com polímero o qual gera uma estrutura mais permeável tende a permitir que a água da chuva venha a lixiviar mais eficazmente os sais ou outros compostos solúveis através de percolação. Portanto, em virtude da estrutura porosa aberta, a ação da água da chuva sobre o sólido rigidificado tende a reduzir os sais presentes próximo da superfície, desse modo, permitindo crescimento da planta e, portanto, permitindo reabilitação aperfeiçoada.

[0069] De preferência, o processo da invenção obterá uma geometria de descarte em pilha e coimobilizará as frações finas e espessas dos sólidos no material e também permitirá que qualquer água liberada tenha uma maior força de acionamento para separá-la do material em virtude de drenagem por gravidade hidráulica. A geometria em pilha parece proporcionar uma maior pressão de compactação a jusante sobre sólidos subjacentes, o que parece ser responsável pela intensificação da taxa de desidratação. Foi descoberto que essa geometria resulta em uma maior quantidade de água por área de superfície, o qual é ambiental e economicamente benéfico.

[0070] Não é possível obter os objetivos da invenção adaptando a etapa de floculação no espessante. Por exemplo, floculação da suspensão no

espessante para proporcionar um escoamento suficientemente concentrado, de modo que sua pilha seria de pouco valor, uma vez que não seria possível bombear tal escoamento concentrado. Além disso, a adição de polímero ao espessante não obteria o efeito desejado de aperfeiçoamento da supressão do material mineral desidratado. Antes, foi descoberto que é essencial tratar o material que tem sido formado como um escoamento no espessante. Parece que tratamento separadamente dos sólidos espessos no escoamento permite que o material rigidifique eficazmente sem comprometer a fluidez durante transferência.

[0071] Uma característica preferida da presente invenção é a rigidificação durante a liberação de líquido aquoso que, de preferência, ocorre durante a etapa de desidratação. Assim, em uma forma preferida da invenção, o material é desidratado durante rigidificação para liberar líquido contendo significativamente menos sólidos. O líquido pode, então, ser retornado para o processo, assim, reduzindo o volume de água importada requerido e, portanto, é importante que o líquido seja transparente e substancialmente isento de contaminantes, especialmente finos em partículas que migram. Adequadamente, o líquido pode, por exemplo, ser reciclado para o espessante a partir do qual o material foi separado como um escoamento. Alternativamente, o líquido pode ser reciclado para as espirais ou outros processos dentro da mesma fábrica.

[0072] Os exemplos a seguir ilustram a invenção.

Exemplo 1: características dos modificadores de reologia Polímeros A e B

[0073] Características de polímeros em pó usados nos Exemplos 2 e 3.

[0074] O Polímero A era um copolímero a 50:50 de acrilato de sódio/acrilamida com peso molecular de aproximadamente 15.000.000.

[0075] O Polímero B era um copolímero a 50:50 de acrilato de sódio/acrilamida com um peso molecular de aproximadamente 10.000.000.

Exemplo 2 : Reabilitação

Preparo de amostra

[0076] Semente de grama (grama de centeio anã) foi escolhida como uma flora local típica.

[0077] Substrato 1 - Uma pasta fluida de Argila da China & areia foi selecionada para esse experimento para representar um refugo de argila em partículas heterogêneo típico.

833,0 g de pasta fluida de argila da China SPS a 20%

383,6 g de areia Silver (peneirada abaixo de 1000 μm)

total de 1205,6 g

SG = 1,205

Substrato 2 – refugos de argila a 36,6% em peso/v da New Milton Sand and Gravel Mine, Reino Unido.

[0078] Para cada substrato, a dosagem do modificador de reologia foi otimizada para proporcionar um aperfeiçoamento significativo no ângulo de empilhamento e liberação de água, usando o método a seguir.

[0079] Uma solução de modificador de reologia foi preparada como uma solução de estoque a 0,5% em peso/peso e foi ainda diluída para uma solução a 0,25% em peso/peso antes de aplicação.

[0080] O modificador de reologia foi adicionado a cada pasta fluida em sua taxa de dose escolhida de 300 g/t para o Substrato 1 e 956 g/t para o Substrato 2 e distribuído e misturado via um número ajustado de correntes de béquer para béquer. O ângulo de empilhamento resultante foi estabelecido via o seguinte método.

[0081] Um colar rígido, de diâmetro e altura iguais (63 mm), é colocado sobre uma bandeja giratória de tinta, revestida com uma folha de lixa espessa.

[0082] O colar é enchido com a pasta fluida de lama até a borda e nivelado.

[0083] O colar é levantado verticalmente da bandeja, rapidamente,

permitindo que a pasta fluida de lama drene através do sumidouro.

[0084] O diâmetro do bolo de pasta fluida de lama resultante e a altura, na borda e no centro, são, então, registrados.

[0085] O ângulo do sumidouro resultante é calculado como segue:

$$\text{Ângulo do sumidouro, \%} = \frac{c - e}{r} \times 100$$

[0086] Onde c é a altura do sumidouro no centro, e é a altura do sumidouro na borda e r é o raio do sumidouro. Isso é mostrado na Figura 3.

Resultados

Tabela 1

Substrato	Polímero	Taxa (g por ton.)	Ângulo do sumidouro (%)
Argila da China e areia	Polímero A	300	134,5
Refugos New Milton	Polímero B	956	120

Avaliação

[0087] Dois métodos de teste eficazes foram estabelecidos para mostrar os benefícios de uso do tratamento da invenção com relação à reabilitação de locais de mineração. Foi decidido modelar um ambiente realístico recriando uma área de descarte de refugo em pequena escala e também observar os efeitos de tratamento em um ambiente estático em um único local.

Procedimento

1) Metodologia da área de descarte modelada:

[0088] De forma a criar um tamanho de pilha comparável para tratado e controle, foi necessário estabelecer uma área de pilha igual. Isso foi obtido colocando 2 anéis de 30 cm de diâmetro por cima de placas de concreto. Um tubo de 120 cm de comprimento, 4 cm de diâmetro foi, então, montada por

cima do anel (14 cm acima da base de concreto), se projetando sobre o gume do anel em 5 cm.

[0089] A pasta fluida foi forçada através do tubo usando uma haste com um êmbolo preso à extremidade para simular a pasta fluida sendo bombeada através de uma tubulação e sendo depositada na área de descarte. Após vários dias, a adição da pasta fluida tratada formou uma pilha cheia; a pasta fluida não tratada não. A adição final de pasta fluida tinha semente de grama incorporada no mesmo na taxa padrão, de modo a tratar a superfície que é coberta pela aplicação final.

[0090] A Figura 1 mostra um esquema da área de descarte modelada.

[0091] O tubo de 120 cm de comprimento, 4 cm de diâmetro foi tampado em uma extremidade e 2 L de Substrato 1 (2 kg para Substrato 2) foram entornados na mesma via um funil com gargalo largo. Um êmbolo de borracha de adaptação hermética foi, então, inserido na extremidade aberta do tubo o qual é, então, colocado em posição acima do anel de 30 cm de diâmetro. Uma haste de metal de 150 cm de comprimento é presa ao êmbolo e, tão logo a vedação seja removida do tubo, a haste é usada para forçar a pasta fluida para a extremidade aberta, no anel onde ele foi deixado, para encontrar seu próprio nível. Uma vez que o anel assenta sobre uma placa de concreto, o anel não foi vedado ao concreto, de modo que água livre poderia ser drenada lentamente. Os anéis também estavam sob iluminação controlada e foram submetidos a 10 horas de luz por dia.

[0092] Esse método foi realizado para as amostras tratadas e não tratadas durante 5 dias, com cada nova adição de pasta fluida em camadas por cima dos dias anteriores. A 5ª adição também continha 66 g (33 g/l) de semente de grama de centeio.

[0093] A partir desse ponto, os anéis foram irrigados com 500 g de água dia sim, dia não uniformemente dispersa através da superfície. A partir do dia 9 para o Substrato 1, quando germinação foi percebida, e dia 8 para o

Substrato 2 (a despeito de germinação), 0,5 L (500 mls) de fertilizante NPK padrão foram usados para ambos os tratamentos.

[0094] Após 30 dias de crescimento para o Substrato 1 e 28 dias de crescimento para o Substrato 2, a biomassa foi coletada e pesada.

2) Metodologia do teste estático de colocação única:

[0095] 2L de cada pasta fluida incorporando 66 g de semente de grama de centeio foram tratados com modificador de reologia conforme o método acima e entornados em uma peneira de 20 cm de diâmetro, malha de 100 μm. Esse foi, então, colocado sobre uma placa de concreto e foi submetido à luz durante 10 horas por dia. Isso foi feito para as pastas fluidas tratadas e não tratadas. As amostras foram irrigadas dia sim, dia não com 0,1 L (100 mls) de água uniformemente dispersa através da superfície.

[0096] Após 30 dias, o crescimento da biomassa foi coletado e pesado.

[0097] Dois substratos comerciais foram obtidos de locais de mineração. Tratamentos com modificador de reologia foram otimizados, em cada caso, para proporcionar um aperfeiçoamento significativo no ângulo de empilhamento e liberação de água. Uma pasta fluida de refugo de carvão da Kellingley Coal Mine, Reino Unido (19,1% de sólidos, SG = 1,11, Polímero A @ 700 g/t, 15 correntes no béquer) e uma pasta fluida de areia & cascalho (34,8% de sólidos, SG = 1,21 Polímero B @ 956 g/t, 15 correntes no béquer). A pasta fluida representativa de Argila da China & areia descrita acima também foi testada.

Detalhes de tratamento:

Tabela 2

Substrato	Polímero	Taxa de dosagem (g por ton.)	Ângulo do sumidouro (%)
Argila da China & Areia	Polímero	300	134,5

	A		
Areia & Cascalho	Polímero B	956	120
Refugos de carvão Kellingly	Polímero A	700	83,3

Resultados

Biomassa coletada.

Tabela 3

Pasta fluida de refugo	Metodologia da área de descarte modelada		Teste estático	
	Não tratado	Tratado	Não tratado	Tratado
Argila da China & Areia	45,5 g	117,0 g	0,0 g	29 g
Areia & Cascalho	5,91	12,2	0,4 g	1,6 g
Refugos de carvão Kellingly	-	-	0,4 g	0,8 g

Exemplo 3 : Retenção de água

[0098] Um teste foi desenvolvido para avaliar os efeitos de percolação da água da chuva sobre um tratamento reologicamente modificado da invenção para uma pasta fluida de argila, areia e água representando um substrato de refugo de mineração típico. Isso se refere à resistência de cobertura e, portanto, retenção de umidade após uma chuva em suporte ao recrescimento de plantas em uma área de descarte.

Procedimento

[0099] Uma solução de Polímero A foi preparada como uma solução de estoque a 0,5% em peso/peso e foi ainda diluída para uma solução a 0,25% em peso/peso antes de aplicação.

[00100] Uma proporção de sólidos secos de 3:7 peso/peso de argila da

China para areia foi preparada através de mistura de areia seca em uma pasta fluida de 20% em peso/peso de argila da China e utilizada para cada teste. A areia foi pré-seca a 110°C e peneirada para um tamanho de partícula de 500±90 µm antes de uso.

[00101] O modificador de reologia foi adicionado em uma taxa de dose de 300 g/ton de sólidos secos à pasta fluida e distribuído e misturado via um número ajustado de correntes de béquer para béquer. Um controle foi tratado similarmente, apenas na ausência de modificador de reologia.

[00102] Esses, em duplicata, foram entornados em cadinhos de vidro sinterizado de Porosidade 1 pré-pesados e deixados drenar livremente em béqueres pré-pesados. A Figura 2 mostra o teste de percolação inicial.

Teste inicial de percolação

[00103] Um teste de controle e um tratado foram realizados em duplicata.

[00104] O peso do filtrado líquido foi medido a uma hora. O filtrado líquido foi seco em um forno a 110°C para determinar o teor de sólidos suspensos.

[00105] Os cadinhos foram secos em um forno para determinar o peso seco.

[00106] Os resultados são mostrados na Tabela 4.

Perfil de secagem de pasta fluida

[00107] Um teste de controle e um tratado foram realizados em duplicata.

[00108] Cadinhos foram colocados sob luzes controladas com "timer" durante vários dias. As luzes controladas com "timer" foram ligadas durante 10 horas em cada período de 24 horas.

[00109] A temperatura ambiente foi controlada entre 19 e 22°C.

[00110] Os cadinhos e béqueres foram pesados intermitentemente para obter um perfil de secagem de pasta fluida, mostrado na Figura 4.

Reumedecimento da pasta fluida drenada e percolação de líquido

[00111] O teste inicial de percolação foi repetido e secagem da pasta fluida estabelecida. Contudo, a 21 horas,a pasta fluida foi reumedecida com 50 gramas de água.

[00112] A 45 horas, qualquer água restante na superfície foi removida da pasta fluida e o peso registrado.

[00113] A 69 horas, a pasta fluida foi reumedecida uma segunda vez com 50 gramas de água.

[00114] A 93 horas, qualquer água restante na superfície foi removida da pasta fluida e o peso registrado.

[00115] Os cadinhos e béqueres foram pesados intermitentemente para obter um perfil de percolação.

[00116] O teste foi feito em duplicata e os resultados médios são reportados abaixo.

Resultados

Teste inicial de percolação

Tabela 4 Teste inicial de percolação

	Controle 1	Controle 2	Tratado 1	Tratado 2
Massa inicial (g)	63,6	63,6	63,6	63,6
Filtrado (g)	19,05	19,88	10,13	9,65
Sólidos no filtrado (g)	1,80	1,83	0,01	0,01
% de sólidos no filtrado	9,44	9,21	0,13	0,11
Peso seco final (%)	37,00	37,10	40,51	40,96

Reumedecimento de pastas fluidas drenadas

Tabela 5 Reumedecimento – Filtrado acumulado

	Tempo (horas)	Filtrado acumulado de controle - Média (g)	Filtrado acumulado tratado - Média (g)	Água removida da superfície de controle - média (g)
	0,0	0,0	0,0	
	2,0	14,3	7,5	
	6,0	17,8	7,5	
	21,0	17,8	7,5	
1º Reumed.	21,2	0,0	0,0	
	21,3	0,0	49,2	
	26,3	11,5	49,2	
	29,9	18,5	49,2	
	45,1	38,1	49,2	
	45,2	38,1	49,2	6,0
	50,6	38,3	49,2	
	53,6	38,1	49,2	
	69,1	38,3	49,2	
2º Reumed.	69,3	0,0	0,0	
	69,4	0,0	46,1	
	70,3	0,6	46,1	
	77,9	6,1	46,1	
	93,4	15,0	46,1	28,5
	93,6	15,0	46,1	
	99,4	15,0	46,1	
	165,2	15,0	46,1	

[00117] Os resultados foram plotados graficamente e são mostrados na Figura 5.

[00118] Para o teste de percolação inicial, os resultados na Tabela 1 indicam que a pasta fluida não tratada perde 9,3% de sólidos em seu filtrado

líquido quando comparada com 0,1% na pasta fluida tratada, indicando que segregação das partículas finas a partir do material espesso estava ocorrendo na pasta fluida não tratada. A partir de observações visuais, as pastas fluidas tratadas mantiveram sua homogeneidade; contudo, as pastas fluidas não tratadas se separaram em partículas de areia mais pesadas no fundo do cadinho e formam uma camada de cobertura de argila por cima.

[00119] O perfil de secagem de pasta fluida na Figura 4 mostra uma menor taxa de perda de umidade para as operações tratadas e maior retenção de umidade final.

[00120] A partir dos testes de re-umedecimento das pastas fluidas, em virtude de cobertura da superfície, pastas fluidas não tratadas eram significativamente mais lentas para permitir percolação de água através das pastas fluidas secas, quando comparada com pastas fluidas tratadas (Tabela 5, Figura 5). Água em excesso assentou por cima da superfície de cobertura de pastas fluidas não tratadas durante vários dias. Esse tempo de contato permitiu que um pouco de água penetrasse através da pasta fluida seca, contudo, na prática, a água teria de correr sobre a superfície e não penetrá-la. Em contraste, nenhuma água em excesso estava presente sobre as superfícies da pasta fluida tratada.

[00121] A estrutura homogênea das pastas fluidas tratadas permitiu que a água percolasse em questão de minutos. Pastas fluidas não tratadas levaram vários dias para obter percolação similar, tempo durante o qual, na prática, uma quantidade de água também teria sido perdida por evaporação da superfície. As pastas fluidas tratadas, assim, tornam a água mais disponível para as plantas no solo ou flora local e encorajam o crescimento e reabilitação.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de reabilitação de uma área de deposição para torná-la adequada para crescimento de plantas compreendendo um material mineral em partículas, cujo material mineral em partículas tem sido desidratado a partir de uma suspensão do referido material, caracterizado pelo fato de compreender as etapas de transferência da suspensão do material mineral em partículas como um fluido para a área de deposição e na qual a suspensão é deixada descansar e desidratar na área de deposição para formar um material mineral em partículas desidratado, em que a reabilitação da área de descarte é obtida através da adição de uma quantidade, para desidratação, de um polímero à suspensão do material mineral em partículas enquanto ele está sendo transferido como um fluido para a área de deposição, em que o polímero é um polímero solúvel em água sintético formado a partir de um ou mais monômeros etilenicamente insaturados tendo uma viscosidade intrínseca de pelo menos 4 dl/g ou um polímero solúvel em água que é um polímero natural ou um polímero seminatural,

em que o material é bombeado como um fluido para uma saída na área de deposição e o material é deixado fluir sobre a superfície de material rigidificado e o material é deixado descansar e rigidificar para formar uma pilha de material rigidificado, e

em que sementes e nutrientes são incorporados na camada final do material tratado.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o polímero é um polímero não iônico ou aniônico de um ou mais monômeros etilenicamente insaturados.

3. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o polímero é um homopolímero de acrilamida ou um copolímero de acrilamida com acrilato de sódio.

4. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações

precedentes, caracterizado pelo fato de que a suspensão do material mineral em partículas é um material residual de uma operação de processamento de mineral.

5. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a suspensão do material mineral em partículas é transferida ao longo de um conduto e através de uma saída para a área de deposição.

6. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a suspensão de material mineral em partículas que tem sido transferida para a área de deposição rigidifica mediante descanso.

7. Método de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que a suspensão de material mineral em partículas, quando atinge a área de deposição, flui sobre a superfície do material mineral previamente rigidificado, em que o material é deixado descansar e rigidificar para formar uma pilha.

8. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a suspensão de material mineral em partículas é transferida, por meio de bombeamento, através de um conduto e o polímero é adicionado subsequentemente ao estágio de bombeamento.

9. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que a suspensão de material mineral em partículas é transferida, por meio de bombeamento, através de um conduto e polímero é adicionado durante ou antes do estágio de bombeamento.

10. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que a suspensão de material mineral em partículas é transferida através de um conduto tendo uma saída, em que o polímero é adicionado à suspensão à medida que ela sai pela saída.

11. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9,

caracterizado pelo fato de que a suspensão de material mineral em partículas é transferida através de um conduto tendo uma saída, em que o polímero é adicionado à suspensão antes que ela saia pela saída, de preferência dentro de 10 metros da saída.

12. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o polímero é adicionado na forma de uma solução aquosa.

13. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de que o polímero é adicionado na forma de partículas.

14. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o material mineral é derivado de operações de processamento de mineral e é selecionado do grupo consistindo em lama vermelha de um processo de alumina da Bayer, refugos da extração de metais de base, refugos da extração de metais preciosos, refugos da extração de ferro, refugos da extração de níquel, refugos de carvão, areias minerais e oleosas e finos de carvão.

15. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o material mineral é de natureza hidrofílica, de preferência selecionado de lama vermelha e refugos contendo argila hidrofílica.

16. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a reabilitação é ainda obtida através de introdução, na área de deposição, de plantas, mudas ou sementes adequadas para germinação.

17. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a reabilitação é ainda obtida através de introdução, no material mineral em partículas antes de rigidificação, de qualquer uma de plantas, mudas ou sementes adequadas para

germinação, de preferência também incluindo nutrientes para as plantas no material mineral em partículas.

18. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o material mineral em partículas desidratado é recoberto de vegetação através de hidrocultura.

19. Uso de um polímero, caracterizado pelo fato de ser na desidratação de uma suspensão de material mineral em partículas, como definida na reivindicação 1, para fins de fornecimento de uma área de deposição com características aperfeiçoadas de reabilitação de crescimento de plantas no qual o referido polímero é adicionado à suspensão de material mineral em partículas enquanto ela está sendo transferida como um fluido para uma área de deposição e no qual a suspensão é deixada descansar e desidratar na área de deposição para formar um material mineral em partículas desidratado, em que o polímero é um polímero sintético solúvel em água formado a partir de um ou mais monômeros etilenicamente insaturados tendo uma viscosidade intrínseca de pelo menos 4 dl/g ou um polímero solúvel em água que é um polímero natural ou polímero seminatural.

Fig.1 Esquema da área de descarte modelada



Fig.2

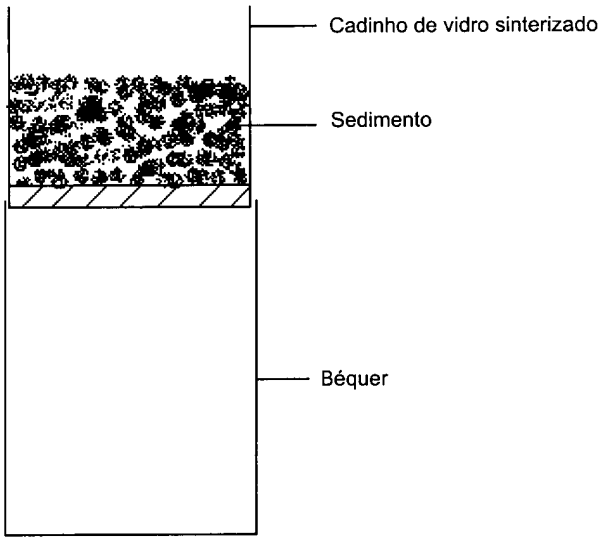
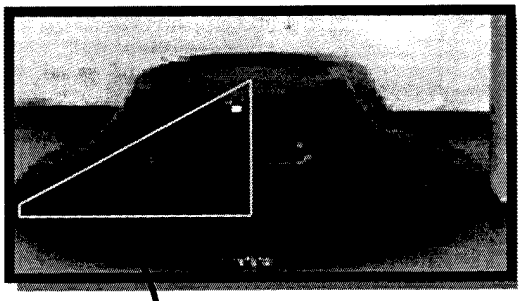


Fig.3



Altura do sumidouro no centro, c

Altura do sumidouro na borda, e

Raio, r

Ângulo do sumidouro, % $= \frac{c - e}{r} \times 100$

Fig.4 Secagem de sedimento

Perfil

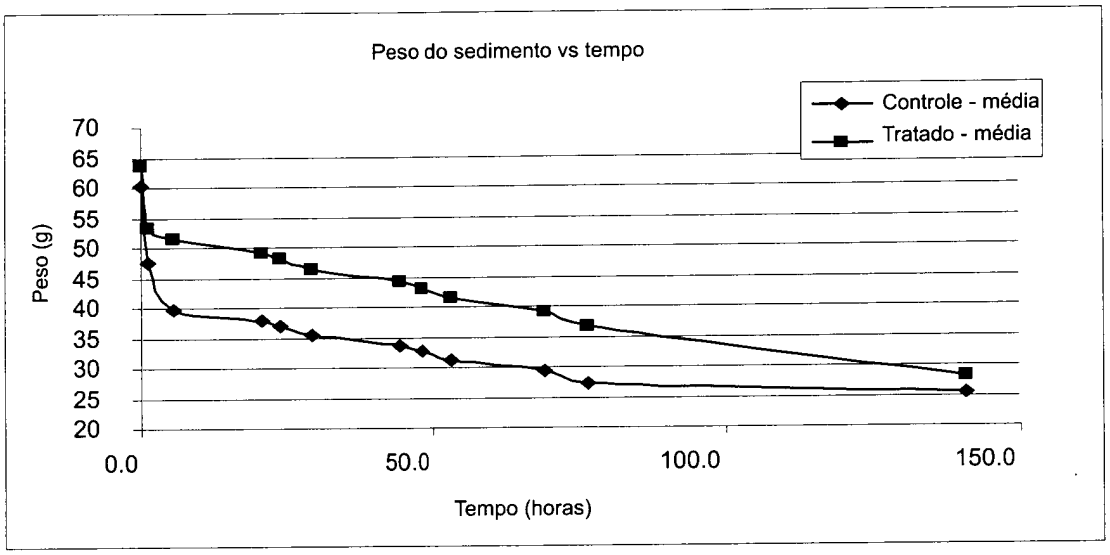


Fig.5

