

ESTUDO DE CASO E ALTERNATIVAS PARA FALHA NA REVEGETAÇÃO DE TALUDES POR HIDROSSEMEADURA NA MINA DO ANDRADE (MG)

Kellen Poliana Mendes de Medeiros (*), Tássia Camila Amorim Bicalho, D. Sc Veríssimo Gibran Mendes de Sá, Prof^a D.Sc Gleicia Miranda Paulino, Giovane César Pereira Discacciati

* ArcelorMittal Mineração Brasil - kellen.medeiros@yahoo.com.br

RESUMO

A revegetação de taludes apresenta-se como importante fator para a proteção e a integridade dos mesmos. O objetivo do presente trabalho foi investigar as prováveis causas da falha no processo de revegetação de taludes por meio de hidrossemeadura, na Mina do Andrade, pertencente à ArcelorMittal, localizada no município de Bela Vista de Minas/MG, e propor uma possível solução para o problema. Para essa investigação foram avaliados fatores que influenciam no plantio, no crescimento e no desenvolvimento da vegetação. Para a solução do problema foi proposto uma técnica de revegetação utilizando um mix de sementes de gramíneas e leguminosas específicas (*Canavaliaensiformi*, *Calopogoniummucunoides*, *Crotalariajuncea*, *Raphunussativus*, *Avena strigosa*, *Loliummultiflorum*, *Brachiariabrizanthae* *Melinis multiflora*), adubação química 9 e do superfosfato simples) e orgânica (esterco animal) e o recobrimento da superfície do talude com um biomanta mista constituída de palha e fibra de coco. Os resultados obtidos mostraram que o insucesso da revegetação do talude por hidrossemeadura está diretamente relacionado com a ausência de estudo prévio das características edafoclimáticas locais, pois este estudo é fundamental para correta seleção da técnica de revegetação e das espécies a serem utilizadas. O método alternativo proposto se mostrou eficaz, garantindo a germinação das sementes, a estabilização da vegetação no talude e seu recobrimento em menos de três meses após a sementeira.

PALAVRAS-CHAVE: Revegetação, talude, hidrossemeadura, biomanta

INTRODUÇÃO

O acelerado crescimento populacional aumentou a demanda de incrementos agrícolas, minerais e inserção de obras que ampliem a melhoria da qualidade de vida. Entretanto, o histórico dessas atividades demonstra que, muitas vezes, essas resultam em modificações na paisagem e degradação do solo, reduzindo ou perdendo a produtividade biológica ou econômica de uma área (MMA, 2004).

Dentre as principais atividades responsáveis pela degradação de aspectos geomorfológicos e da paisagem, podemos citar as mineradoras, que quase sempre causam modificações significativas na paisagem. Essas obras exigem a movimentação de terras que, muitas vezes, originam taludes que estão sujeitos às intempéries e às oscilações de temperatura e umidade, proporcionando dificuldades para o estabelecimento de cobertura vegetal, comprometendo assim a completa recuperação ambiental do local afetado (Couto, 2010).

Taludes podem ser compreendidos como quaisquer superfícies inclinadas que limitam um maciço de terra, de rocha ou de terra e rocha, que podem ser naturais ou artificiais (Caputo, 1988). De uma forma geral, tanto os taludes naturais quanto os artificiais estão sujeitos a movimentos de massa. A ausência de vegetação em taludes, além de possibilitar deslocamentos de massa, também pode contribuir para outros danos, como o processo de erosão de solos.

A bioengenharia, ou engenharia natural, é a área da ciência que se ocupa com a perenização de cursos de água, com a estabilização de encostas, com o controle de processos erosivos de solos e voçorocamento, através do emprego de material vivo combinado com estruturas inertes como madeira, pedra, geotexteis e estruturas metálicas (Florinrth, 2006). Esta técnica de estabilização utiliza as raízes e os caules como elementos estruturais e mecânicos para contenção e proteção dos solos, em diferentes arranjos geométricos. Dessa forma, ela atua no fortalecimento do solo, na melhoria das condições de drenagem e na retenção das movimentações de terra (Pinto, 2009).

O presente trabalho visa o estudo da revegetação de taludes em áreas degradadas na Mina do Andrade, localizada no município de Bela Vista de Minas/MG. A mina pertence à ArcelorMittal e explora minério de ferro, e em 2012, encontrava-se em processo de expansão de suas instalações de operação.

OBJETIVO

O trabalho teve como objetivos investigar as prováveis causas das falhas no processo de revegetação de taludes numa área de expansão das instalações de operação da Mina do Andrade, pertencente à ArcelorMittal, localizada no município de Bela Vista de Minas/MG, onde a técnica de plantio por hidrossemeadura não foi bem sucedida. E testar um método alternativo de revegetação dos taludes para a solução do problema.

METODOLOGIA, RESULTADOS E DISCUSSÃO

A revegetação dos taludes cortados durante a fase de expansão da plataforma de beneficiamento de minérios da mina do Andrade foi realizada por uma empresa¹ prestadora de serviços para ArcelorMittal, especializada em plantio por hidrossemeadura. Segundo informações da empresa contratadas, primeiramente foi realizado o coveamento do talude. A profundidade das covas foi de 4cm e o espaçamento entre covas de 15cm, aproximadamente. Após o coveamento foi realizada a hidrossemeadura, com o uso de um caminhão possuidor de uma bomba hidráulica. A Tabela 1 mostra os insumos usados na hidrossemeadura e suas respectivas quantidades.

Tabela 1. Composição da mistura de insumos usados na hidrossemeadura e suas respectivas quantidades

Insumo	Quantidade (kg/ha)
MegaMulch ® (composto de fibras vegetais+ matéria orgânica)	3.000
Adubo NPK-04-14-08	750
Fosfato Natural	750
Sementes de Gramíneas e Leguminosas	250
Composto Orgânico	500
Fixador Potenciado	50

Segundo a empresa, as espécies de gramíneas e leguminosas usadas, sem proporção definida, foram as seguintes: *Brachiariadecumbens* (braquiária), *Panicummelinis* (capim gordura), *Cajanuscajan* (feijão guandu), *Crotalariajuncea* (crotalária), *Raphanussativus* (nabo forrageiro), *Calopogoniummucunoides*(calopogonio), *Avena sativa* (aveia), *Stilosanthesguyanensis* (stilosantes), *Pennisetumglaucum*(milheto).

Todo o procedimento realizado foi baseado na experiência prévia da empresa contratada na área da ArcelorMittal e ocorreram entre os meses de novembro de 2011 a janeiro de 2012

Investigação da falha do processo de revegetação do talude

Para descobrir o insucesso do estabelecimento da vegetação empregada no empreendimento, alguns fatores que influenciam no plantio foram investigados. Para tal foram realizados trabalhos de campo que compreenderam visitas de reconhecimento às áreas de estudo do empreendimento e pesquisa em literatura para a coleta de informações de interesse para a caracterização dos aspectos relacionados ao solo e ao clima. O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) referente à área de expansão da Mina do Andrade também serviu como fonte de dados secundários relevantes para a realização do presente estudo. Os dados climáticos foram levantados pela estação meteorológica da ArcelorMittal de João Monlevade/MG.

Considerando-se os fatores investigados utilizados para a avaliação do insucesso da revegetação realizado na mina pela empresa contratadas, propôs-se um método alternativo de revegetação para a correção do problema.

Seleção do talude

¹Não houve autorização para a divulgação do nome da empresa

Propôs-se um método alternativo de revegetação para a correção do problema. Para iniciar os estudos do método alternativo de revegetação de taludes foi selecionado um talude dentro da área de expansão da mina para que fosse instalado o experimento. Foi selecionado o talude que circunda a atual sala de controle da nova instalação de beneficiamento de minério, pelas condições extremas deste talude (solo muito arenoso, pobre, alta inclinação) e o grande desafio que seria sua revegetação (Figura 1).



Figura 1 – Talude onde foi instalado o experimento

Análise do solo do talude

Seguindo os procedimentos apresentados durante a investigação teórica das possíveis causas da não germinação das sementes, aplicadas via hidrossemeadura, foi realizada a análise físico-química do solo do talude. Para isso foram coletadas 20 subamostras de solo por todo o talude, em zigzag, retiradas em aberturas de 15 cm de diâmetro e 15cm de profundidade. As 20 subamostras foram misturadas e homogeneizadas para formar uma amostra composta, de onde foi coletada uma amostra de 500g para caracterização química e granulométrica.

Influência do clima no plantio

As condições climáticas do ambiente, principalmente temperatura e precipitação, influenciam na germinação de sementes e crescimento das plantas. Considerando a classificação do clima da mina, tropical de altitude, é recomendável que o plantio seja realizado entre os meses de novembro-janeiro, período com precipitação pluviométrica e temperatura elevadas, condicionantes para a germinação das sementes.

No caso do plantio realizado pela prestadora de serviços da ArcelorMittal na Mina do Andrade, foi atendido o período correto de plantio, contudo, os altos índices pluviométricos entre novembro e março, meses considerados ideais para o plantio, interferiram diretamente na falha ocorrida em questão, pois as sementes foram carreadas pela força das chuvas, estabelecendo fixação e germinação nas partes mais baixas das encostas e canaletas ou outro tipo de caminho dado pelo escoamento superficial da água de chuva. Essa ação, além de causar as falhas na revegetação dos taludes, também propicia a erosão. A Figura 2 mostra problemas na revegetação do talude realizada pela empresa contratada devido o carreamento das sementes pela água de chuva.



Figura 2 – Falhas na revegetação de talude pelo método de hidrossemeadura na mina do Andrade, realizado pela empresa contratada

Devido o carregamento das sementes ser um dos motivos da não vegetação dos taludes, optou-se pelo emprego da biomanta, mecanismo de proteção das sementes e da superfície do solo aos fatores externos. Destaca-se que além do uso para contenção, a biomanta também auxilia no processo de quebra da dormência e germinação das sementes e da emissão de brotos, bem como protege as sementes e os brotos do carregamento pela ação da água.

Topografia

O primeiro ponto observado no talude-experimento e demais taludes construídos na área de expansão da Mina do Andrade, foi o elevado grau de inclinação das encostas. Como parte do plano de investigação dos possíveis motivos do insucesso da revegetação, realizada pela empresa contratadas, foram realizadas medições da altura, comprimento e profundidade das encostas, para seleção da técnica de contenção, quantificação e seleção de sementes.

A análise topográfica do terreno é indispensável na investigação da probabilidade de movimentos de massa, principalmente em áreas acidentadas e mais propícias ao escorregamento de terra, como no caso em questão. Além da tendência aos deslizamentos próprios da geologia local, deve-se avaliar a inclinação dos taludes, que em determinadas áreas possui ângulos que ultrapassam 30°, ou seja, que são mais susceptíveis ao escorregamento. A Tabela 2 mostra o talude e ângulo de repouso, ângulo mais inclinado de um relevo, no qual o material permanece sem deslizar.

Tabela 2. Talude e ângulo de repouso de vários materiais

Natureza do material	Talude de repouso	Ângulo de repouso
Argila úmida plástica	2:1	26° 36'
Areia limpa	1,5: 1	33° 41'
Areia e argila	1,33: 1	36° 53'
Argila seca	1,33: 1	36° 53'
Pedregulho limpo	1,33: 1	36° 53'
Pedregulho e argila	1,33: 1	36° 53'
Pedregulho, areia e argila	1,33: 1	36° 53'
Terra	1,33: 1	36° 53'
Rocha branda decomposta	1,33: 1	36° 53'
Rocha dura decomposta	1: 1	45° 00'
Cinzas betuminosas	1: 1	45° 00'
Cinzas de antracita	1: 1	45° 00'

A análise granulométrica do solo do talude mostrou que o mesmo é caracterizado como arenoso. Assim, a inclinação máxima para o talude seria de 36°, entretanto a maioria dos taludes da mina apresentava inclinação superior. Tal fato evidenciava a necessidade de recobrimento do talude até o crescimento da vegetação. Destaca-se que na hidrossemeadura não houve essa proteção superficial do talude, sendo esta mais uma causa para o insucesso da revegetação.

Interpretação das análises do solo

A interpretação dos resultados da análise de solo foi baseada nas classes de interpretação de fertilidade do solo proposta por Alvarez V et al. (1999), conforme a Tabela 3.

Tabela 3. A interpretação dos resultados da análise de solo

Variável	Valor observado	Classificação*
pH	6,9	Acidez fraca
Matéria Orgânica (MO)	1,10 dag/kg	Baixo
Cálcio trocável (Ca ²⁺)	2,40 cmol _c /dm ³	Médio
Magnésio trocável (Mg ²⁺)	0,20 cmol _c /dm ³	Baixo
Acidez trocável (Al ³)	0,0 cmol _c /dm ³	Muito baixo
Soma de Bases (SB)	2,75 cmol _c /dm ³	Médio
Acidez potencial (H + Al)	0,00 cmol _c /dm ³	Muito baixo
CTC efetiva	2,75 cmol _c /dm ³	Médio
CTC pH 7	2,75 cmol _c /dm ³	Baixo
Saturação por Al ³ (m)	0,0 %	Muito baixo
Saturação por bases (V)	100%	Muito bom
Fósforo disponível (P)	6,70 mg/dm ³	Muito baixo
Potássio disponível (K)	43,00 mg/dm ³	Médio

* Adaptado de ALVAREZ V et al. (1999)

Na avaliação da acidez do solo, deve-se levar em consideração as características acidez ativa (pH) e a trocável, a saturação por alumínio e por bases, a acidez potencial e o teor de matéria orgânica, que estão relacionadas entre si. Também, a disponibilidade dos nutrientes cálcio e magnésio e de micronutrientes estão relacionada com a acidez do solo. De acordo com os resultados da análise não houve necessidade de corrigir a acidez do solo.

O valor do pH do solo mesmo apresentando valor acima de 6,5 (valor ideal ao crescimento das plantas) praticamente não interfere no desenvolvimento da vegetação. O pH influencia direta e indiretamente na capacidade da planta absorver nutrientes do solo. A maior parte dos nutrientes como K, Ca, Mg, N, S e P estão mais disponíveis em valores maiores de pH e alguns, como Fe, Cu, Mn e Zn mostram comportamento inverso. Destaca-se que o valor ideal do pH é o ponto de equilíbrio no qual a maioria dos nutrientes permanecem disponíveis às raízes.

De acordo com a classificação realizada pode-se afirmar que o valor muito baixo do teor de alumínio trocável, médio teor de bases e o percentual muito baixo de saturação por Al apontam que, neste caso, não houve prejuízos significativos às plantas.

A CTC efetiva, considerada como média, reflete que este solo, sob condições naturais de acidez fraca, apresenta média capacidade de reter cátions. Assim, parte da CTC do solo está ocupada por cátions essenciais (Ca, Mg e K) à nutrição das plantas.

Apesar da sua pequena proporção em relação à massa total do solo, a matéria orgânica desempenha grande influência sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo e, além disso, possui ação tamponante. No solo em estudo, o teor de MO é baixo, influenciando muito pouco nas propriedades do solo e na nutrição das plantas.

A deficiência de P exige a adubação, uma vez que esse nutriente é indispensável para o crescimento e produção de grãos e frutos. As plantas jovens absorvem o P mais rapidamente, o que permite um crescimento rápido e intenso das raízes em ambientes com níveis adequados do nutriente. Isto explica porque deve haver um suprimento adequado de fósforo no momento que as plantas começam a germinar, particularmente em plantas de ciclo curto.

O resultado da análise granulométrica identificou que o solo amostrado apresenta 3% de argila, 15% de silte e 82% de areia, sendo classificado como de textura arenosa. Os solos arenosos caracterizam-se por serem permeáveis, leves, de baixa capacidade de retenção de água e baixo teor de matéria orgânica. Sendo altamente susceptíveis à erosão, necessitando de cuidados especiais.

Por se tratar de uma junção de vários tipos de solo compondo um único talude, viu-se mais viável a escolha de espécies de vegetação e técnicas de plantio que atendessem às características obtidas nas análises, ao tratamento individual de cada porção de terra do talude.

Adubação

Apesar da busca de sementes que se adaptassem ao tipo de solo do plantio, optou-se pelo emprego da adubação orgânica a partir de esterco bovino, e adubação química com a formulação de NPK (10:20:10) e superfosfato simples para suprir as necessidades nutricionais das plantas e melhorar as características físico-químicas locais.

Escolha das sementes

Para a seleção das sementes que foram utilizadas no experimento de plantio, foi necessário o conhecimento prévio de alguns indicativos das sementes, como mostra a Tabela 4.

Tabela 4- Definição de indicativos para sementes

Indicativos	Descrição
Germinação	É a quantidade de sementes viáveis que germinarão e produzirão plântulas normais, quando em condições normais de plantio.
Pureza	Quantidade de sementes viáveis (puras e granadas) encontradas em determinado peso de sementes.
Impurezas	Sementes não viáveis, resíduos, pedras, torrões, areia, etc., que se apresentam junto com as sementes viáveis. A separação das impurezas com máquinas específicas oferece um padrão de qualidade e segurança ao comprador.
Amostragem	O tamanho de uma amostra é de aproximadamente 300 gramas, devendo ser coletada em pontos diferente de embalagem, para representar significativamente a população.

Fonte: Pereira, 2002.

A qualidade das sementes de uma espécie pode ser medida pelo seu valor cultural (VC), pela fórmula I.

$$\text{Valor cultural (\%)} = \frac{\% \text{ de Pureza} * \% \text{ de Germinação}}{100} \quad (I)$$

Por lei, as variáveis “Pureza” e “Germinação” de sementes devem ser disponibilizadas pelo vendedor. A quantidade de sementes a ser semeada por área é estabelecida a partir do cálculo da taxa de semeadura, conforme fórmula II.

$$\text{Taxa de Semeadura (kg/ha)} = \frac{\text{SPV (kg/ha)} * 100}{(\%)VC} \quad (II)$$

Onde: SPV corresponde a Sementes Puras Viáveis (taxa semeadura adequada, em kg/ha, recomendada para cada espécie); e VC é o Valor Cultural, em %.

Seleção da biomanta antierosiva

A partir das análises realizadas, verificou-se a necessidade do uso de uma técnica de contenção visando a fixação das sementes e demais insumos e estabilidade do plantio. Para isso, optou-se pelo uso de biomanta, que é um mecanismo de proteção das sementes e do solo à ação de fatores externos.

Considerando os cálculos de altura, profundidade e inclinação do talude-experimento perante o regime de chuvas do período experimental, optou-se à escolha da biomanta mista de palha e fibra de coco. Essa escolha pode ser facilmente definida a partir das características de contenção de cada tipo de tela vegetal, que vêm, obrigatoriamente, nos rótulos dos produtos. O cálculo da Inclinação pode ser obtido pela fórmula III.

$$I = \frac{V}{H} \quad (\text{III})$$

Onde: I é a Inclinação do talude (proporção), V é altura vertical do talude e H é a profundidade.

Sementes selecionadas e método de plantio

Para a seleção das sementes utilizadas na revegetação do talude-experimento, além do enfoque em sementes de procedência, foi realizado o estudo detalhado das espécies que mais se identificavam com as características físicas e químicas do solo local e com os fatores climáticos, baseados em Pereira (2008). Deu-se preferência às espécies que possuíam características compatíveis a precipitações entre 878 e 1294 mm/ano, temperaturas entre 12 e 31,5°C, conforme ocorrências da região, solo de baixa fertilidade, tolerância à seca e propagação por sementes.

Considerando as condições impostas para a seleção de sementes e a necessidade de formar um mix composto preferencialmente por gramíneas e leguminosas, foram escolhidas para a revegetação do talude experimento as espécies mostradas na Tabela 5, que também mostra a proporção de cada espécie utilizada no mix. Ressalta-se que a quantidade de cada espécie foi estabelecida a partir do cálculo da taxa de semeadura e a aplicação do fator de segurança, proposto por Pereira (2008).

Tabela 5. Proporção de espécies por porção de mix

Espécie	Proporção (Kg)
<i>Raphanussativus L</i> (Nabo Forrageiro)*	15
<i>Calopogoniummucunoides</i> (Calopogonio)*	16,6
<i>Crotalariajuncea</i> (Crotalária)*	17,2
<i>Canavaliaensiformi</i> (Feijão de Porco)*	13,4
<i>Melinis multiflora</i> (Capim Gordura)**	30
<i>Brachiariabrizantha</i> (Brachiarão)**	16,6
<i>Avena strigosa</i> (Aveia preta)**	13,4
<i>Loliummultiflorum</i> (Azevém)**	14,4

Obs.: * Leguminosa; **gramínea

O fator de segurança também deve ser levado em conta ao se estabelecer a quantidade (massa) de sementes que deverão ser semeadas por área. Segundo Pereira (2002), o fator de segurança é o índice a ser acrescido na quantidade de sementes a ser semeada, para equiparar às quantidades aplicadas em condições normais. Para o cálculo desse índice, é necessário o preenchimento da Tabela 6.

Tabela 6. Condições do solo e fator de segurança

Item	Variável	Fator de Segurança (FS)				
		1,00	1,25	1,50	1,70	2,00
1	Inclinação da Área	Plana	Até 30°	30° - 45°	45° - 60°	> 60°
2	Tipo de Material	Solo	Areno/siltoso	Estéril	Pedregoso	Material solto
3	Preparo do Solo	Excelente	Razoável	Curvas de nível / bermas	Irregular	Sem preparo
4	Técnica de Proteção	Biomantas reforçadas	Biomantas simples	Hidrossemeio / mulching	Hidrossemeio	Semeio natural
5	Altura do Talude (m)	Até 5,00	5 – 8	8 - 15	15 – 30	>30
6	Drenagem	Sistema Ok	Crista e bermas	Crista	Bermas	Inexistente
7	Época de Plantio	Outubro	Janeiro	Abril	Junho	Maio
		Novembro	Fevereiro	Maio	Julho	Junho
		Dezembro	Março	Junho	Agosto	Julho

Fonte: Adaptado de Pereira, 2002.

A quantidade de sementes aplicadas nas covas estabeleceu a proporção de aproximadamente 30 g por metro quadrado de aplicação do mix, seguindo a fórmula IV.

Sementes a serem plantadas = taxa de semeadura x fator de segurança (IV)

Após a investigação, definição das espécies a serem plantadas, deu-se a parte do plantio. Nos taludes foram abertas covas com cerca de 5,0cm de profundidade, espaçadas de 10 em 10cm. Essas covas têm a finalidade de formar uma cavidade nos taludes para reter as sementes em seu interior. A semeadura do coquetel de sementes de gramíneas e leguminosas, previamente preparado, foi manual e a lança.

Junto ao mix de sementes foram aplicados 250 kg/ha de NPK 10 20 10 e 150 kg/ha de superfosfato simples. Após a semeadura, toda a superfície plantada foi coberta com a manta vegetal mista de fibra de côco e palha, que é um mecanismo de proteção das sementes e do solo à ação de fatores externos. A biomanta foi presa com estacas de madeira de, aproximadamente, 20cm.

Germinação das sementes

A semeadura foi realizada no dia 31 de outubro de 2012, levando-se em consideração todas as características e estudos abordados. No dia 06 de novembro, seis dias após a semeadura, já era possível observar o início da emergência das plântulas, como mostra a Figura 3A.

Em 12 de novembro de 2012, 12 dias após a semeadura, as leguminosas já apresentavam altura em torno de 5,0cm. E as gramíneas, que possuem um crescimento inicial mais lento, apresentavam 2,0 a 3,0cm de altura, aproximadamente (Figura 3B).

Em 25 de janeiro de 2013, 86 dias após a semeadura, a vegetação já se encontrava totalmente estabilizada no talude, comprovando o sucesso da técnica de revegetação da área. A Figura 3C mostra o sucesso do experimento.



Figura 3 – (A) Emergência das plântulas 6 dias após a sementeira - comparação com o tamanho de uma semente de girassol. (B) Vegetação 12 dias após a sementeira. (C) Talude completamente revegetado aos 86 dias após a sementeira.

Foi verificado que o emprego da tela vegetal mostrou-se essencial para a estabilidade, proteção e representação de boas condições para a germinação das sementes e estabelecimento das plantas mantendo o calor e umidade necessários.

CONCLUSÕES

Na maioria dos casos, as falhas de germinação nos plantios se devem a problemas adquiridos nas sementes, como dormência ou morte por exposição direta a fatores climáticos específicos ou ao ataque de pragas. No entanto, qualquer falha de plantio deve ser investigada a fim de que sejam tomadas as devidas e corretas providências em curto prazo, eliminando gastos desnecessários com técnicas e métodos ineficientes.

Considerando os resultados obtidos na investigação das causas do insucesso na revegetação dos taludes, juntamente ao experimento realizado, pode-se afirmar que antes de se realizar o plantio é imprescindível a análise prévia das características edafoclimáticas locais para a adequada seleção das espécies vegetais e da técnica de plantio, da época de plantio, da correção e adubação do solo. Assim é possível garantir o sucesso do trabalho, sem perda de material e de recursos financeiros.

O emprego da biomanta mostrou-se importante para a estabilidade e proteção dos solos e das sementes, pois reduz o escoamento superficial e os efeitos climáticos na superfície. Também forneceu boas condições para a germinação das sementes e fixação das plantas, pois facilita a manutenção de nutrientes do solo e permite fixar melhor as sementes e fertilizantes utilizados no processo de revegetação.

AGRADECIMENTOS

À UEMG e ArcelorMittal pelo apoio logístico para a execução do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alvarez V. V. H.; Novaes, R. F.; Barros, N. F.; Cantarutti, R. B.; Lopes, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: Ribeiro, A.C.; Guimarães, P.T.G.; Alvarez V., V.H. (Eds.). Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 25-32.
2. Caputo, H. P. Mecânica dos Solos e Suas Aplicações. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1988. 6. ed., 234 p.
3. Couto, L; Gonçalves, W; Coelho, A. T., et al. Técnicas de bioengenharia para revegetação de taludes no Brasil. Viçosa, MG : 2010 CBCN, 2010.118p (Boletim Técnico CBCN). Disponível em: http://www.cbcn.org.br/arquivos/p_tecnicas_brasil_853272915.pdf. Acesso em 16 de setembro de 2012.

4. Florinth, F. Engenharia Natural: conceitos. Disponível em:<<http://bioengenhariadesolos.blogspot.nl/>>. Acesso em 18 dez. 2012.
5. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca PAN-Brasil. 2004. Disponível em:<http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_desertif/_arquivos/pan_brasil_portugues.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2012.
6. Pereira, A. R. Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão. 2. ed. Belo Horizonte:Ed. FAPI, 2008. 239 p.
7. Pereira, A. R. Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão. Belo Horizonte: Fapi LTDA, 2002.
8. Pinto, G. Bioengenharia de Solos na Estabilidade de Taludes: comparação com uma solução tradicional. Porto Alegre, 2009. Disponível em: <[http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/24110/000741766.pdf?sequence= 1](http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/24110/000741766.pdf?sequence=1)>. Acesso em 15 nov. 2012.