



Julio 2017 - ISSN: 1988-7833

ESTUDO DE CASO UTILIZAÇÃO DA MANTA VEGETAL PROJETADA DUPLA PARA REVEGETAÇÃO DE TALUDES DE ESTÉRIL E REJEITO DE MINERAÇÃO/ BRASIL

Eric Junio Souza Cruz¹

Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade João Monlevade

Rodrigo Barros Fonseca²

Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade João Monlevade

Fabiana de Ávila Modesto³

Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade João Monlevade

Fernanda da Fonseca Diniz⁴

Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade João Monlevade

Adriano Jose de Barros⁵

Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade João Monlevade

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Eric Junio Souza Cruz, Rodrigo Barros Fonseca, Fabiana de Ávila Modesto, Fernanda da Fonseca Diniz y Adriano Jose de Barros (2017): “Estudo de caso utilização da Manta Vegetal Projetada Dupla para revegetação de taludes de estéril e rejeito de mineração/ Brasil”, Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales, (julio-septiembre 2017). En línea: <http://www.eumed.net/rev/ccss/2017/03/manta-vegetal-projetada.html>

RESUMO

O trabalho trata de analisar a viabilidade e eficiência da Manta Vegetal Projetada Dupla, que é uma técnica de bioengenharia desenvolvida pela empresa “Nascentes Fernandes” e que foi empregada na revegetação de taludes de estéril e rejeito de mineração, com o intuito de solucionar ou reduzir os problemas de estabilidade dos mesmos e minimizar o impacto ambiental. O desenvolvimento dessa técnica se mostra extremamente importante, já que outros métodos convencionais de bioengenharia existentes no mercado não apresentaram resultados tão satisfatórios quando aplicados nesses mesmos taludes. Estes solos são desprovidos de matéria orgânica e nutrientes, dificultando e até impossibilitando sua cobertura vegetal, sendo que as plantas não conseguem se desenvolver sem que haja maiores subsídios para suas raízes. Neste caso, o uso da Manta Vegetal Projetada Dupla se mostrou eficaz, pois, possibilitou a germinação das sementes e deu suporte para crescimento das plantas, que cumpriram com seu papel de proteger o solo, diminuir o escoamento superficial e mitigar o impacto visual dos taludes.

¹ Engenheiro Ambiental pela Universidade do Estado de Minas Gerais – Unidade João Monlevade - e especialista em sistemas de gestão integrados (SGI) - ericjuniosouza@gmail.com.

² Engenheiro Ambiental e graduando em Engenharia de Minas pela universidade do Estado de Minas Gerais - Unidade João Monlevade – rodrigobarrosfonseca@gmail.com.

³ Engenheira Ambiental/Segurança do Trabalho e especialista em Engenharia de Produção.

⁴ Engenheira de Minas e pós-graduada em Engenharia de Segurança do Trabalho.

⁵ Doutorando Tratamento de Informação Espacial (PUC Minas/BH) - Professor da UEMG Unidade João Monlevade – E-mail: adrianojosebarros@yahoo.com.br

Palavras-chave – Taludes. Revegetação. Bioengenharia. MVPD.

ABSTRACT

The work will analyze the viability and efficiency of the Vegetable Blanket Designed Double (MVPD) that is a bioengineering technique developed by company "Nascentes Fernandes" and it was used in the slope revegetation of Sterile and tailings in mining, in order to resolve or reduce the stability problems and minimize the environmental impact. The development of this technique appears extremely important, since other conventional methods of bioengineering on the market did not provide satisfactory results as when applied in these same slopes. These soils are devoid of organic matter and nutrients, making it difficult and even impossible your vegetation cover, and the plants cannot develop without major subsidies to its roots. In this case, the use of the Vegetable Blanket Designed Double proved to be effective, therefore, allowed the germination of seeds and gave support for plant growth, which complied with your paper to protect the soil, reduce the runoff and mitigate the visual impact of the slopes.

Keywords: Slopes. Revegetation. Bioengineering. MVPD

1- INTRODUÇÃO

A mineração é uma das atividades mais importantes para a economia de uma região em geral, pois ela proporciona inúmeros benefícios à sociedade como, por exemplo, os vários produtos transformados, serviços, e a geração de emprego e renda para a população local. Por outro lado, essa atividade é considerada uma das que mais geram impactos ambientais, sendo necessárias medidas para identificação e minimização desses impactos gerados, atendendo as legislações vigentes.

Entre os impactos causados na atividade de mineração, está a deposição de rejeito⁶ e estéril⁷ proveniente do decapeamento e processo de abertura das cavas de mineração, onde o material estéril é descartado em pilhas de taludes na sua condição natural durante toda a etapa de produção do minério nas proximidades das minas (ARAGÃO, 2008). Essa atividade é de suma importância para o empreendimento e andamento do processo produtivo, porém traz consigo impactos ambientais que precisam ser mitigados, exigindo cada vez mais tecnologias que auxiliam no processo de reestabelecimento ambiental desses taludes.

Com base nessa busca incessante por novas ideias, técnicas muito antigas e já conhecidas ganham força, aliadas a novas tecnologias existentes hoje. Um exemplo disso é o uso de vegetação, incorporada com tecnologias atuais para contenção de taludes e minimização de poluição visual, que é uma técnica que se encaixa perfeitamente na busca pelo desenvolvimento sustentável. Dentro desse contexto, o

⁶ São rochas ou minerais inaproveitáveis presentes no minério e que são separadas deste, total ou parcialmente, durante o beneficiamento.

⁷ É o termo usado para as substâncias minerais que não têm aproveitamento econômico e são descartadas pela mineradora.

presente trabalho busca estudar a importância da bioengenharia e o método da hidrossemeadura combinada com a Manta Vegetal Projetada Dupla (MVPD) na recuperação e estabilização desses taludes, analisando seus procedimentos teóricos de aplicação, mostrando a necessidade e a importância dos métodos existentes no mercado, além de estudar e analisar na prática um novo método de recuperação de áreas degradadas empregado nesses taludes, acompanhando os resultados apresentados e verificando assim sua eficácia.

2- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A mineração vem escrevendo um importante capítulo em toda a História do Brasil, tendo uma íntima relação com a busca e o aproveitamento dos seus recursos minerais, que sempre contribuíram com importantes insumos para a economia nacional, fazendo parte da ocupação territorial e da história nacional (FARIAS, 2002, p. 3). Porém é uma atividade responsável por causar impactos diretos e indiretos ao meio ambiente, alterando assim suas características físicas, químicas e biológicas, que resultam em um forte impacto local, já que a fauna, flora, relevo e o solo são totalmente modificados, podendo causar desde mudanças na topografia e até impactos na diversidade das espécies, exigindo, medidas de recuperação ambiental para correção de tais impactos negativos ocorridos na atividade. Segundo Juliano (2005, p. 27) nessas condições, a atividade mineradora enfrenta agora um momento decisivo de adaptação às normas legais e terá de responder pelos danos causados e proceder à recuperação ambiental, pois assim exige a sociedade.

2.1- A importância da recuperação das áreas degradadas

A recuperação dessas áreas degradadas pode ser definida como um processo de reversão dessas áreas em terras produtivas e autossustentáveis, de acordo com uma proposta preestabelecida de uso do solo do ministério do meio ambiente⁸, podendo chegar ao nível de uma recuperação de processos biológicos sendo assim chamada "reabilitação", ou mesmo aproximar-se muito da estrutura ecológica original "restauração". A fiscalização fica por conta dos órgãos

⁸ Dados retirados do site do Ministério do Meio Ambiente; <<http://www.mma.gov.br/florestas/programa-nacional-de-florestas/item/8705-recupera%C3%A7%C3%A3o-de-%C3%A1reas-degradadas>>

competentes, que elaboram as normas legais que protegem o meio ambiente, através de regulamentação das atividades econômicas.

2.2 - Legislação Ambiental e a Mineração

No Brasil, a mineração, de um modo geral, está submetida a um conjunto de regulamentações, onde os três níveis de poder estatal possuem atribuições com relação à mineração e o meio ambiente.

Em nível federal, os órgãos que têm a responsabilidade de definir as diretrizes e regulamentações, bem como atuar na concessão, fiscalização e cumprimento da legislação mineral e ambiental para o aproveitamento dos recursos minerais são os seguintes:

- Ministério do Meio Ambiente – MMA
- Ministério de Minas e Energia – MME
- Secretaria de Minas e Metalurgia – SMM/MME
- Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM
- Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM
- Agência Nacional de Águas – ANA
- Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA
- Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH
- Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA
- Centro de Estudos de Cavernas – CECAV (IBAMA)

Tanto o estado quanto os municípios tem o poder constitucional para legislar sobre mineração e meio ambiente, assim como o Ministério Público Federal e Estadual também fiscalizam, emitindo suas normas e diretrizes (FARIAS, 2002, p. 9), sendo sempre importante salientar que o cumprimento da legislação vigente e das etapas do licenciamento é primordial para a instalação do empreendimento, assim como para a sua evolução.

3- COBERTURA VEGETAL DE TALUDES

A cobertura vegetal é muito empregada como método de controle de processos erosivos, tanto em taludes naturais como nos artificiais, causados pela deposição de estéril resultante da atividade mineradora, atuando como proteção e reforço desses taludes. Essas estruturas apresentam superfícies frágeis

desencadeadas por diversos fatores como a ineficácia do sistema de drenagem ou a falta de proteção superficial. Segundo Coelho (*apud* GALAS, 2006, p. 22) a importância da vegetação na estabilidade de taludes é facilmente notada quando esta é suprimida, pois a partir disso os processos erosivos tendem a aumentar. A retomada do crescimento da vegetação, por sua vez, promove a diminuição desses processos (COELHO; PEREIRA, 2006, p. 1).

3.1- Estabilidade dos Taludes

Para contenção e estabilidade dos taludes, são utilizadas técnicas de bioengenharia⁹, utilizando o sistema radicular e o caule de vegetais em diferentes arranjos geométricos dos taludes, sendo importantes como elementos estruturais e mecânicos para contenção e proteção do solo, melhorando as condições de drenagem e retenção das movimentações dos rejeitos (COUTO *et al*, 2010, p. 69).

A parte aérea da vegetação e seus resíduos em decomposição protegem o solo tanto dos processos de mobilização e carreamento, pela ação dos agentes erosivos, como do vento e da água (COUTO *et al*, 2010, p. 51). O uso da vegetação para controle de processos erosivos, portanto, deve ser criterioso, já que pode interferir intensamente na transferência da água da atmosfera para o solo, nas águas de infiltração e de drenagem superficial (FERGUSON *apud* COUTO *et al*, 2010, p. 62).

A escolha adequada das espécies a serem consorciadas e as respectivas quantidades de sementes ou mudas são fatores decisivos no estabelecimento da vegetação, portanto é necessário conhecimento técnico, a fim de eliminar a escolha aleatória das espécies, gerando uma relação custo/benefício positiva para o projeto a ser executado (COELHO; PEREIRA, 2006, p. 2).

3.2- Mitigação de Impactos Visuais Através de Cobertura Vegetal

Outra função que a vegetação em taludes de rejeitos de mineração apresenta além de evitar a erosão e promover a sustentabilidade mecânica é a promoção da

⁹ A bioengenharia é uma associação de alternativas, envolvendo estruturas biodegradáveis como: fibras vegetais, estacas vivas, madeiras e estruturas rígidas como pedra, concreto, ferro, entre outros. Esses projetos têm a intenção de mitigar ou eliminar os impactos ocasionados por ações antrópicas ou acelerar a recuperação de um determinado local degradado (SOUZA; OLIVEIRA; MURASHI, 2009, p. 3).

reconstituição paisagística do local, minimizando assim os impactos visuais causados pelo empreendimento (MANHAGO, 2008, p. 8).

Nos dias atuais, a poluição visual¹⁰ causa graves males à saúde, agredindo a sensibilidade humana, influenciando a mente, afetando mais psicologicamente do que fisicamente. Este tipo de poluição é a que menos recebe atenção por parte do governo e das pessoas em geral, pois é deixada em segundo plano, justamente por suas consequências e males a saúde não serem tão perceptíveis em comparação a outros tipos de poluição.

4- HIDROSSEMEADURA

Segundo Basso (2008, p. 22), a hidrossemeadura é uma avançada técnica de semeadura direta que consiste em um processo de revestimento vegetal e estabilização do solo para grandes áreas. Sua aplicação¹¹ é realizada através de bomba hidráulica, via aquosa de sementes misturadas com adubos minerais, massa orgânica e adesivos de fixação. O material é projetado nos taludes em mangueiras instaladas em caminhão pipa, dotados de moto bomba e agitador interno.

Este método de aplicação permite que as sementes e os demais elementos fiquem aderidos na superfície do talude, até a fixação da vegetação. Formando assim uma camada protetora contribuindo para uma série de vantagens como controlar a temperatura, conservar a umidade do solo, prevenir a compactação e erosão do solo, diminuir a evaporação, evitar o carreamento de sementes hidrossemeadas e reduzir o impacto da chuva sobre o terreno (BASSO, 2008, p.23).

A hidrossemeadura é um método que pode ser usado em declives íngremes, porém, pode apresentar falhas, devido às condições das superfícies do solo e ao meio de lançamento da mistura. Visto que, segundo Couto et al, (2010, p. 96), esse método não protege o solo imediatamente, e nos locais onde há suscetibilidade à erosão ocorrerá formação de focos erosivos até o estabelecimento da vegetação.

As mineradoras utilizam a hidrossemeadura por se mostrar uma técnica de baixo custo, de fácil manuseio e fácil aplicação, podendo ainda fazer um consórcio de sementes de gramíneas e leguminosas. Entretanto, podem ocorrer falhas com

¹⁰ A poluição visual se encaixa naquilo que é definido pela Lei 6.938/81 em seu Art. 3º, III, alínea d, como a "degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente afetem as condições estéticas e ou sanitárias do meio ambiente. "

¹¹ Equipamentos e aplicação da hidrossemeadura: dados obtidos através do site Flor do jardins <<http://flordojardins.topartigos.com/o-que-e-hidrossemeadura.html>>

esta técnica, sobretudo, no que diz respeito à quantidade reduzida de plantas germinadas.

4.1 A MANTA VEGETAL PROJETADA DUPLA

A Manta Vegetal Projetada Dupla (MVPD) é um importante técnica desenvolvida para auxiliar e complementar as tradicionais telas ou mantas vegetais já utilizadas no país, mas como diferencial, possui a vantagem de ser moldada no próprio local de aplicação, adaptando às condições do terreno e cobrindo com maior eficiência os taludes e erosões. Isto se deve ao fato de ser um produto formulado para a recuperação de áreas em estado avançado de degradação, ou debilitadas, como solos pedregosos e arenosos que é o caso do estéril proveniente da atividade mineradora. Estes solos são desprovidos de matéria orgânica e nutrientes, dificultando e em algumas ocasiões impossibilitando sua cobertura vegetal, pois, as plantas não conseguem se desenvolver sem que haja maiores subsídios para suas raízes.

Agindo neste sentido, esta tecnologia surgiu da necessidade em efetuar a revegetação de taludes de aterro compostos de materiais extremamente rochosos, sendo que as tecnologias até então disponíveis no mercado não apresentavam resultados tão satisfatórios para revegetar este tipo de material. Outra vantagem do produto, é que mesmo depois de aplicada, a Manta permite a correção do serviço, através da sua reaplicação em pontos onde não ocorreu a germinação. Graças a essa versatilidade, a MVPD pode ser aplicada na recuperação de diversas áreas, dentre elas, rodovias, ferrovias, barragens, obras industriais, áreas de mineração e também utilizada em locais de difícil acesso com o auxílio de mangueiras especiais de longo alcance, instaladas no caminhão-tanque.

A Manta foi desenvolvida e patenteada em fevereiro de 2013 pela empresa de reabilitação ambiental “Nascentes Fernandes”¹², sendo lançada em âmbito nacional a fim de complementar e otimizar técnicas de recuperação já existentes.

A MVPD é confeccionada no próprio local de aplicação, adaptando-se ao terreno e cobrindo as ravinas e erosões com uma camada homogênea como se fosse uma espécie de “tecido”, contribuindo para a proteção do solo evitando o

¹² Fundada pelo engenheiro civil João Fernandes em 1990, a empresa Nascentes Fernandes é uma referência na reabilitação ambiental e recuperação de áreas degradadas. Dados obtidos em: <<http://www.nascentesfernandes.com.br/novo/index.html>>

processo erosivo, reduzindo o escoamento superficial e a ação do vento sobre o solo. Com isso, auxiliam na proteção e germinação das sementes e na fixação de fertilizantes e nutrientes envolvidos no processo.

5 - MATERIAIS E MÉTODOS

Os procedimentos e métodos realizados no desenvolvimento do presente estudo tiveram como parâmetro, as técnicas utilizadas pela empresa Nascentes Fernandes para revegetar áreas degradadas. Os trabalhos foram executados em um talude de aproximadamente 1000m², nas dependências de uma empresa de mineração “X”¹³, localizada na região do quadrilátero ferrífero¹⁴ em Minas Gerais.

O estudo analisou a viabilidade técnica da MVPD na cobertura de taludes de estéril da mineração, cuja composição exige maiores cuidados na sua preparação para receber a cobertura vegetal por se tratar de material rochoso dificultando a penetração das raízes.

Este método consiste em proporcionar às sementes, proteção, calor e umidade, viabilizando sua germinação, além de dar suporte no crescimento das plantas, devido sua composição conter elementos como: nutrientes, adubos orgânicos e químicos (nitrogênio, fósforo e potássio), uma vez que o estéril possui grande deficiência de em nutrientes e matéria orgânica, itens essenciais para a manutenção da vida dos vegetais. Além disso, propicia a estabilidade dos taludes e a mitigação de impactos visuais causados pela deposição de pilhas de estéril, tornando o ambiente em questão visualmente mais agradável.

5.1- A Aplicação da Técnica

Para execução dos serviços foi utilizado um caminhão com módulo de passageiro e equipamento de hidrossemeadura dotado de moto-bomba e agitador interno, além do transporte de insumo.

¹³ Não foi utilizado o nome da empresa em questão.

¹⁴ Quadrilátero Ferrífero se estende por uma área aproximada de 7.000 km², na porção central do Estado de Minas Gerais, e representa uma região geologicamente importante do Pré-Cambriano brasileiro, devido a suas riquezas minerais, principalmente ouro, ferro e manganês, é a região mais rica de Minas Gerais e a economia é diversificada e bastante industrializada

Figura 1 Equipamento de hidrossemeadura.



Fonte: Arquivo Nascentes Fernandes.

Em se tratando de talude proveniente de estéril de mineração, composto de material rochoso, não é necessária a preparação do solo com microcoveamento, uma vez que o mesmo não se encontra compactado, entretanto, este tipo de solo composto de terra e rocha dificulta e até impossibilita a propagação da vegetação. Sendo assim, a utilização da MVPD proporciona um ambiente adequado à surgência das plantas.

Figura 2 Talude de estéril (material rochoso).



Fonte: Arquivo Nascentes Fernandes.

5.2 Correção do Solo

Os processos de aplicação da Hidrossemeadura e da Manta Vegetal Projetada Dupla seguiram as seguintes etapas após a devida correção do solo com a utilização do calcário magnesiano na proporção de 50 kg / 1000 m² e gesso agrícola na proporção de 25 kg / 1000 m².

O calcário tem a função de corrigir a acidez do solo¹⁵, ao mesmo tempo em que faz essa correção, o calcário também fornece cálcio e magnésio indispensáveis para a nutrição das plantas. A aplicação do calcário aumenta a disponibilidade de elementos nutrientes para as plantas e permite a maximização dos efeitos dos fertilizantes, e conseqüentemente o aumento substancial da capacidade produtiva da terra¹⁶.

A aplicação de gesso agrícola diminui em menor tempo, a saturação de alumínio nas camadas mais profundas do solo. Desse modo, criam se condições para o sistema radicular das plantas se aprofundarem no solo, e, conseqüentemente, minimizar o efeito de veranicos¹⁷. Deve ficar claro, porém, que o gesso não neutraliza a acidez do solo.

Tabela 1 Proporção de material de correção por área aplicada.

Passo 1: Aplicação Manual: (+/- 1.000 m²)	
MATERIAL	P/1.000 m²
Calcário magnesiano ou dolomítico	50 kg
Gesso agrícola	25 kg

Fonte : Adaptado de arquivos Nascentes Fernandes.

5.3- Aplicação da Primeira Camada da MVPD

Como se trata de material inerte e desprovido de matéria orgânica aplicou-se a primeira camada da Manta Vegetal Projetada Dupla.

Como este solo de estéril de mineração não apresenta condições favoráveis para a germinação das sementes é necessária à aplicação da primeira camada da

¹⁵ Os nutrientes têm sua disponibilidade determinada por vários fatores, entre eles o valor do pH, medida da concentração (atividade) de íons hidrogênio na solução do solo.

¹⁶ Dados obtidos em <<http://www.calcariobotuvera.com.br/produtos-e-servicos.>>

¹⁷ Comum a ocorrência de seqüência de dias secos durante a estação chuvosa, o que é conhecido como veranico (SOUSA, 1999).

MVPD, que confere ao solo capacidade produtiva, devido em sua composição conter mulch¹⁸ e adubos químicos e orgânicos, suprindo assim este déficit nutricional.

A aplicação dos insumos necessários foi realizada por meio de um equipamento que consiste em um caminhão-pipa com moto-bomba e agitador interno. Assim, este material foi projetado nos taludes por uma mangueira, obtendo sua fixação por meio de insumos especiais (adesivos) também utilizados no processo.

Tabela 2 Proporção de material (MVPD) por área aplicada.

Passo 2: Manta Vegetal Projetada Dupla Insumos para +/- 1.000 m²:	
MATERIAL	P/1.000 m²
Mulch Org. Natural (bagaço de cana-de-açúcar)	500 L
Mulch Org. Processado (resíduo de celulose)	500 L
Papel Picado	30 Kg
Fixadores NF-13 e/ou NF-15 e/ou NF-20	03 L
Fixador NF- 30	01 L
Composto Orgânico ou similar	120 L
NPK 06-30-06 ou 04-14-08 ou 04-16-08 ou 06-18-09 + micro ou similar	50 Kg
NPK 20-05-20 ou similar	25 Kg

Fonte : Adaptado de arquivos Nascentes Fernandes.

Bagaço de cana de açúcar

O bagaço da cana de açúcar é um dos sub-produtos da indústria da cana. É constituído por celulose, hemicelulose e lignina. O bagaço gerado na usina é consumido para produção de energia tornando a usina auto-sustentável energeticamente e, em alguns casos, sobra para venda para outras.

Na MVPD sua função é cobrir o solo influenciando positivamente nas qualidades físicas, químicas e biológicas do solo, bem como a diminuição da erosão, criando condições ótimas para o crescimento radicular. Diminui a perda de água por evaporação e assim mantém a umidade do solo, diminui as oscilações da temperatura e a compactação do solo, reduz a perda de nutrientes por lixiviação.

¹⁸ Mulch” é a aplicação de uma cobertura na superfície do solo, constituindo uma barreira física à transferência de energia e vapor d’água entre o solo e atmosfera. Ela pode ser feita a partir de um material orgânico ou inorgânico.

Resíduo de celulose

O resíduo da fabricação de papel é composto por 70% de caulim e 30% de celulose. Sua função na MVPD é cobrir o solo influenciando positivamente nas qualidades físicas, químicas e biológicas do solo, bem como a diminuição da erosão, criando condições ótimas para o crescimento radicular. Diminui a perda de água por evaporação e assim mantém a umidade do solo, diminui as oscilações da temperatura e a compactação do solo, reduz a perda de nutrientes por lixiviação.

Papel Picado

O material utilizado vem das sobras da indústria de rótulos de bebidas e tem duas funções na MVPD. A primeira é a Identificação da empresa que aplica a técnica, e a segunda é trabalhar juntamente com os fixadores, fazendo com que os elementos se fixem no local aplicado.

Composto orgânico

É matéria que deriva do que em algum momento foi um organismo vivo. É matéria decomposta ou em decomposição, composta essencialmente de compostos de carbono. Para que se forme matéria orgânica, o carbono se associa ao oxigênio e ao hidrogênio. Por vezes, outros elementos podem se associar aos compostos de carbono. Sua função na MVPD é a de Estimular a saúde natural das plantas, reduz as pragas e doenças, boa fonte de macro e micronutrientes essenciais, melhora a estrutura do solo tornando-o mais fofo, mais rico em nutrientes e com mais vida.

Fixadores especiais

Fixadores especiais com a função de fixar os elementos entre si e mantê-los na área aplicada.

Adubo farelado

De natureza física granulada, essa linha de fertilizantes apresenta-se bem uniforme, sendo de fácil manuseio. Sua grande vantagem é a identificação de cada grânulo na mistura. Encontram-se nesta linha todos os tipos de formulações de adubos, nitrogenados, fosfatados e potássicos.

O nitrogênio tem ação na parte verde da planta, as folhas. É um dos principais componentes das proteínas vegetais, sem ele as plantas não podem realizar a fotossíntese nem a respiração. O fósforo atua principalmente na floração, na maturação e formação de frutos, no crescimento das raízes e na multiplicação das

células. O potássio é importante na fotossíntese, na formação de frutos, resistência ao frio e às doenças.

Adubo micro

Macronutrientes (Nitrogênio, Fósforo e Potássio) com adição de micronutrientes. São nutrientes necessários para a manutenção dos organismos, embora sejam requeridos em pequenas quantidades, de miligramas a microgramas. Fazem parte deste grupo as vitaminas e os minerais,

Aplicação da Hidrosseadura

Após a desidratação total do material já ejetado no talude, aplicou-se a hidrosseadura, que consiste em todos os componentes utilizados na primeira camada da MVPD, porém, agora com a inclusão do coquetel de sementes.

A aplicação dos insumos necessários para a execução do plantio foi realizada por meio de um equipamento de hidrosseadura, que consiste em um caminhão-pipa com moto-bomba e agitador interno. Assim, este material foi projetado nos taludes por uma mangueira, obtendo sua fixação por meio de insumos especiais (adesivos) também utilizados no processo.

Tabela 3 Proporção de material (HIDROSSEADURA) por área aplicada.

Passo 3: Hidrosseadura - Manta Vegetal Projetada Dupla Insumos para +/- 1.000 m²:	
SEMENTES	
Brachiária Decúmbens	04 Kg
Brachiária Brizantha	04 Kg
Capim Gordura	12 Kg
Crotalária	02 Kg
Feijão Guandu	02 Kg
Aveia Preta	04 Kg
Nabo Forrageiro	01 Kg

Estilosantes	01 Kg
Total de Sementes	30 Kg

Fonte : Adaptado de arquivos Nascentes Fernandes.

Para uma cobertura homogênea e de qualidade, é fundamental que haja uma seleção das sementes a serem utilizadas no processo, garantindo o sucesso da germinação. Um mix de sementes de gramíneas e leguminosas foi utilizado, propiciando uma maior qualidade na cobertura vegetal exigida para o local, levando em consideração alguns fatores como os demonstrados no Quadro 2.

Quadro 1 Indicativos da qualidade de 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 diferentes da embalagem, para representar significativamente a população.

Fonte: PEREIRA (2002).

6- O Consórcio entre Gramíneas e Leguminosas

De acordo com AZEVEDO et al. (2007, p. 82), a utilização de leguminosas para recuperar áreas degradadas apresenta várias vantagens, devido à existência de um grande número de espécies que ocorrem em várias regiões do Brasil e à relativa facilidade na obtenção de sementes. Entretanto, a principal preferência pelo uso das espécies leguminosas, se deve à característica especial que elas possuem em relação às outras plantas, que é a capacidade de se associarem com microrganismos do solo, como bactérias fixadoras de nitrogênio, que transforma o nitrogênio do ar em compostos nitrogenados assimiláveis pelos vegetais, podendo tornar a planta parcial ou totalmente independente do aporte externo desse nutriente.

As gramíneas podem se beneficiar disso, pois, uma boa parte do nitrogênio fixado pela leguminosa pode ainda ser transferido de maneira indireta para a gramínea. O resultado disso é uma maior cobertura do solo e produção de massa orgânica. Além disto, o consórcio de gramíneas e leguminosas é economicamente viável, pois há uma redução significativa nos custos da adubação nitrogenada. Sendo assim a consorciação é um fator importante para a recuperação de áreas degradadas.

Quadro 2 Espécies utilizadas. **Fonte:** Adaptado de Arquivos Nascentes Fernandes.

AVEIA PRETA	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gramínea de inverno; ➤ Possui excepcional resistência à seca. ➤ Caracteriza-se também pela capacidade de crescimento rápido. ➤ É grande produtora de massa verde, o que favorece a produção de matéria seca para o solo e nutrientes para outras espécies.
BRACHIÁRIA DECUMBENS	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Espécie bastante vigorosa e perene. ➤ Resistente à seca. ➤ É moderadamente resistente ao frio e cresce bem em diversos tipos de solos. ➤ Requer boa drenagem e condições de média fertilidade, vegetando bem em terrenos arenosos e argilosos. ➤ Apresenta queda de produção quando cultivada em solos de baixa fertilidade, por isso recomenda-se consorciá-la com leguminosas.
BRACHIÁRIA BRIZANTHA	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gramínea originária do leste e sudeste da África tropical, predominante e de boa aceitação em áreas relativamente úmidas; ➤ Espécie perene que atinge 70 cm de altura, ➤ Possui boa adaptação em solos ácidos; ➤ Crescimento bastante vigoroso e agressivo.

CAPIM GORDURA	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ É originário da África ➤ Gramínea perene, rústica, pouco exigente em fertilidade, resistente à seca. ➤ Desenvolve-se bem em regiões tropicais e subtropicais, mesmo nos solos secos e pobres, mas não suporta a queima. ➤ Pode-se consorciá-lo com diversas leguminosas como calopogônio e soja perene.
FEIJÃO GUANDU	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Leguminosa arbustiva, com flores amarelas ou amarelo-avermelhadas e folhas trifoliadas. ➤ Possui ampla adaptação, preferindo os climas quentes e úmidos, não sendo exigente em fertilidade, mas muito resistente à seca e ao frio. ➤ Pode ser incorporado ao solo como adubo verde de excelente qualidade além de ser um bom fixador de nitrogênio.
CROTALÁRIA	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Leguminosa de ciclo anual. ➤ Os tipos mais comuns são: Juncea, Paulina e Spectabilis, todas com características de crescimento rápido, ereto, podendo atingir de 1 a 2,5 metros de altura. ➤ É uma significativa produtora de adubo verde, proporcionando excelente quantidade de nitrogênio ao solo além de melhorar a matéria orgânica. ➤ É eficiente no controle de Nematóides, pois exerce uma atração física sobre os mesmos e expele toxinas que provocam sua esterilidade. ➤ Presta-se ainda na produção de fibra para a confecção de papel e celulose de alta qualidade

NABO FORRAGEIRO	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Espécie rústica, leguminosa de rápido crescimento, em 60 dias cobre cerca de 70% do solo contribuindo para a diminuição de ervas daninhas. ➤ Não fixa nitrogênio, mas recicla aquele lixiviado na cultura anterior, bem como outros nutrientes. ➤ Apresenta sistema radicular pivotante, com grandes tubérculos, que depois de livres para armazenamento de água e ar no solo, promovem a oxigenação e a descompactação do solo.
ESTILOSANTES	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nativo de área de cerrado, e é bem adaptado a solos de baixa fertilidade, sendo uma leguminosa de não muito exigente em fertilidade de solo; ➤ O porte da cultura favorável é em torno de 50 a 60 cm quando a planta já tem bom valor forrageiro; ➤ Ciclo anual/bianual; ➤ Resistência a cigarrinha alta.

Apliação da Segunda Camada da MVPD

Após a desidratação do material aplicado na hidrossemeadura, foi ejetada a segunda camada da Manta Vegetal Projetada Dupla, formando uma argamassa orgânica, em quantas demãos foram necessárias, criando uma camada homogênea suficiente para proteção em cima do plantio já executado, deixando o talude em condições favoráveis para o desenvolvimento da vegetação.

Para a realização deste processo, foi utilizado o mesmo procedimento de aplicação da primeira camada e utilizando insumos em quantidades suficientes para que forme uma camada homogênea como se fosse um “tecido”, cobrindo a hidrossemeadura e auxiliando na proteção e germinação das sementes e também na fixação dos fertilizantes e nutrientes envolvidos no processo.

Tabela 4 Proporção de material (MVPD) por área aplicada.

Passo 4: Manta para cobertura (+/- 1.000 m²):	
MATERIAL	P/1.000 m²
Mulch Org. Natural (bagaço de cana-de-açúcar)	1000 L
Mulch Org. Processado (resíduo de celulose)	1000 L
Papel Picado	50 Kg
Fixadores NF-13 e/ou NF-15 e/ou NF-20	06 L
Fixador NF- 30	02 L

Fonte: Adaptado de Arquivos Nascentes Fernandes.

Na aplicação da segunda camada, utilizou-se o dobro de mulch orgânico natural e processado, formando uma espécie de “cobertor” para a hidrossemeadura, protegendo-a contra agentes externos como: vento e chuva, que poderiam carrear as sementes e os demais nutrientes.

Nesta etapa não é necessária a utilização de adubos, pois, os mesmos já foram inseridos na primeira camada da MVPD e na hidrossemeadura.

Figura 3 Aplicação da Manta Vegetal Projetada Dupla (Foto1) e Material rochoso coberto pela MVPD (Foto 2).



Fonte: Arquivo Nascentes Fernandes

6- RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação da hidrossemeadura combinada com a Manta Vegetal Projeta Dupla no talude de estéril de mineração pertencente à Empresa X, foi realizada nos dias 08 e 09 de março de 2013.

Figura 4 Talude coberto pela MVPD em 09/03/2013



Fonte: Arquivo pessoal

Após 15 (quinze) dias da execução do plantio, um acompanhamento dos resultados foi feito no local para verificar sua eficiência ou a necessidade de reparos no procedimento. Foi constatado o início da surgência das plantas que se apresentavam com cerca de, 15 cm de altura para as gramíneas que possuem desenvolvimento mais lento e as leguminosas já apresentavam em torno de 20 cm de altura, pois, apresentam um desenvolvimento mais acelerado. Este crescimento acelerado e resultado da proporção correta de nutrientes utilizados nas etapas de aplicação do material, proporcionando um rápido desenvolvimento da vegetação, importante para a cobertura e proteção do solo.

Após 30 dias da aplicação, as plantas alcançavam uma média de 30 a 40 cm de altura, as leguminosas já apresentam flores e em alguns casos como o Feijão Guandu, já possuía até vagens, como mostram as figuras a seguir:

Figura 5 Vegetação após 15 dias do plantio.



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 6 Vegetação (foto 1) e leguminosa Feijão Guandu (foto 2) após 30 dias de plantio



Fonte: Arquivo pessoal

Devido às características da MVPD que se adaptou ao local, pois, cobriu o material rochoso com uma camada espessa que protegeu e auxiliou na germinação das sementes, mantendo calor e umidade necessária, verificou-se que uma cobertura vegetal homogênea se propagou pelo local após 2 (dois) meses da aplicação.

Figura 7 Antes e depois da aplicação da MVPD



Fonte: arquivo pessoal

Figura 8 Vegetação no talude em 09/05/2013



Fonte: Arquivo pessoal

Foi constatado o crescimento das espécies em torno de 90 a 95% da área aplicada, isto se deve ao fato do solo do talude de estéril ser composto de terra e rocha. Com isso, em locais onde há incidência das rochas de grande porte, a cobertura vegetal apresentou dificuldade de propagação, por não ser possível a penetração das raízes neste tipo de material. Entretanto, mesmo onde havia rochas de pequeno porte a cobertura vegetal se fixou, devido a composição da manta conter mulch suficiente para dar suporte ao crescimento dessas plantas, até suas raízes encontrarem terra para se fixar.

A eficiência do produto se deve ao fato da sua combinação de materiais em proporções certas, que deram subsídios à germinação das sementes e suporte ao crescimento das plantas, fazendo com que cumprissem sua função de proteger o solo até então desnudo, contribuindo para a diminuição do escoamento superficial que poderia ocasionar erosões, além de minimizar o impacto visual causado pela disposição do estéril procedente das cavas de mineração.

7- CONSIDERAÇÕES FINAIS

O experimento foi realizado através do acompanhamento de todas as etapas de implantação da Manta Vegetal Projetada Dupla na área degradada, desde o início da produção da manta vegetal, até o estabelecimento da vegetação, além da

realização de visitas e análises nas áreas recuperadas após a finalização do procedimento. A aplicação deve ser realizada sempre que possível na estação chuvosa, que compreende entre os meses de outubro a abril, pois, neste período se torna dispensável a irrigação artificial deixando o processo menos oneroso.

A utilização da Manta Vegetal Projetada Dupla se mostrou eficiente na cobertura vegetal de taludes provenientes de mineração e seu uso é de grande importância para proteção das sementes e estabilização dos solos desprovidos de características orgânicas e nutrientes que impossibilita o desenvolvimento da vegetação de forma natural. A MVPD ainda possui a vantagem de ser moldada no próprio local de aplicação, adaptando às condições do terreno e cobrindo com maior eficiência os taludes e erosões e permite a correção do serviço, através da sua reaplicação em pontos onde não ocorreu a germinação. Esse estudo pretende-se voltar a empresas mineradoras que enfrentam problemas com deposição de rejeitos e buscam soluções economicamente viáveis e ecologicamente corretas atendendo as exigências da legislação em vigor para solucionar de forma eficaz esses problemas. Além disso, graças a essa versatilidade, a MVPD pode ser aplicada na recuperação de diversas áreas, dentre elas, rodovias, ferrovias, barragens, obras industriais, áreas de mineração e também utilizada em locais de difícil acesso com o auxílio de mangueiras especiais de longo alcance, instaladas no caminhão-tanque.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, Giani Aparecida Santana. **Classificação de pilhas de estéril na mineração de ferro**. Ouro Preto, 2008.

AZEVEDO, Ruberval Leone, RIBEIRO, Genésio Tâmara, AZEVEDO, Cláudio Luiz Leone. **Feijão Guandu: Uma Planta Multiuso**. Revista da Fapese, v.3, n. 2, p. 81-86. 2007.

BASSO, Fabiana de Arantes. **Hidrossemeadura com espécies arbustivo-arbóreas nativas para preenchimento de áreas degradadas na serra do mar**. Universidade de São Paulo, 2008, Piracicaba/SP.

COELHO, Arnaldo Teixeira. PEREIRA, Aloísio Rodrigues. **Efeitos da vegetação na estabilização de taludes e encostas**. Belo Horizonte: Deflor, 2006. 19 p. (Boletim Técnico, 2).

COUTO, Laércio et al. **Técnicas de bioengenharia para revegetação de taludes no Brasil**. Centro brasileiro para conservação da natureza e desenvolvimento sustentável CBCN, Boletim técnico n° 001, Viçosa, 2010.

FARIAS, Carlos Eugênio Gomes. **Mineração e meio ambiente no Brasil**. Relatório preparado para o CGEE, PNUD, 2002.

GALAS, Naruna Dias. **Uso de vegetação para contenção e combate à erosão em taludes**. São Paulo, 2006.

JULIANO, Kátia Aparecida. **A perícia no direito ambiental, com ênfase na degradação do solo por mineração**. Curitiba/PR, 2005.

MANHAGO, Simone Rossi. **Técnicas de revegetação de taludes de aterro sanitário**. Rio de Janeiro/RJ, 2008.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – **Mineração**. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/governanca-ambiental/item/8323-minera%C3%A7%C3%A3o>>

NASCENTES FERNADES – **Produtos e Serviços**. Disponível em <<http://www.nascentesfernandes.com.br/novo/index.htm>>. Acesso em: 25 mai. 2013.

PEREIRA, Aloísio Rodrigues. **Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão**. Belo Horizonte: Fapi LTDA, 2002.

QUADRILÁTERO FERRÍFERO, **O quadrilátero Ferrífero**. <<http://rioacima.com/txt/14/Quadrilatero-Ferrifero.html>>, acesso em 15 de maio de 2014 às 03h25 min.

SOUSA, S.A.V. **Programa computacional para simulação da ocorrência de veranicos e queda de produção.** 1999. 124 f. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

SOUZA, Brunno Portilho, OLIVEIRA. Kaio Vasconcelos de. MURAISHI, Cid Tacaoca. **Bioengenharia em uma obra de gasoduto.** Palmas/TO, 2009.