

BIOENGENHARIA DOS SOLOS PARA ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES APLICADA NAS INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL – INB

Dário Magalhães Dias¹, Edvaldo Cruz dos Santos², Devson Paulo Palma Gomes.¹

Resumo: A crescente pressão e controle por parte de órgãos públicos fiscalizadores e ao interesse da população em geral em benefício do meio ambiente, tem-se fomentando a discussão pela busca de técnicas de recuperação de áreas degradadas por atividades de mineração como ocorre nas Indústrias Nucleares do Brasil – INB na cidade de Caetité-Ba. O uso de técnicas de bioengenharia de solos como biomantas e hidrossemeadura, constitui-se uma importante ferramenta na busca da recuperação dessas áreas por conseguir em uma relação de custo-benefício viável, a efetiva estabilização de taludes formados nos depósitos de estéréis da mineração e na consequente eliminação ou minimização de ações erosivas no ambiente em que se deseja restaurar.

Palavras-chave: Bioengenharia dos solos, INB, PRAD.

INTRODUÇÃO

A reabilitação ambiental, que até pouco tempo não era levada em consideração, é hoje uma das ferramentas de descomissionamento de um empreendimento e começa a fazer parte de todos os projetos mineiros tecnicamente bem elaborados, especialmente em função de exigências legais rigorosas que tem cobrado deste setor uma atenção especial ao conceito de ecoeficiência e sustentabilidade. Atualmente qualquer empreendimento mineiro é precedido de Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente (RIMA), que objetivam conhecer os possíveis impactos sobre a área a ser explorada e buscar soluções, economicamente viáveis para tentar reduzir a ação destes impactos.

A mineração requer uma área relativamente grande para que possa depositar os rejeitos de rochas que são oriundas de seu sistema de lavra. Os taludes formados com o empilhamento do estéril da mineração requer proteção imediata contra o efeito dos agentes erosivos, processos de deslocamento e mobilização de partículas necessitando de ações que minimizem esta ação erosiva e dinamize sua interação com o meio em que está inserido. Como estabilizar taludes nas formas convencionais de engenharia civil é em geral muito cara, abordaremos aqui técnicas de bioengenharia dos solos que de forma eficiente conseguem

¹ Graduandos de Engenharia Ambiental. (engenheirodario@gmail.com). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Praça Primavera, 40, Campus de Itapetinga, BA, Brasil.

² Técnico em Agropecuária, graduado em Administração, Mestrando em Ciências Ambientais, responsável pelo Horto Florestal CPRAT-M das Indústrias Nucleares do Brasil-INB. Faz. Cachoeira s/nº Estr. de Min. Radioativos Caetité-Ba.

controlar os processos erosivos e de infiltração e desestabilização dos taludes formados no depósito de estéreis de mineração.

Para fins ilustrativos de uso e adequação das técnicas de bioengenharia, apresentamos como estudo de caso as ações das Indústrias Nucleares do Brasil (INB), na cidade de Caetité – BA para compreendermos melhor o funcionamento e acessibilidade no desenvolvimento de ações que compõe o Programa de Recuperação de Áreas Degradadas, em especial na estabilidade geológica dos taludes de Estéreis.

Dentro do contexto descrito e pela relevância observada com relação às preocupações ambientais, tem-se por objetivo estudar a recuperação de áreas degradadas pelas atividades relacionadas à extração mineral, com ênfase na aplicabilidade de técnicas viáveis de Bioengenharia dos solos e otimização de operações nos processos de depósito final dos resíduos de lavra e processamento mineral.

LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

A recuperação da área degradada por um determinado empreendimento, neste caso a mineração, pode ser entendida como o conjunto de ações necessárias para que a área volte a estar apta para algum uso produtivo em condições de equilíbrio ambiental ou estabilidade geológica, física e química, quando for o caso, afim de que se possa estabelecer neste local uma unidade de conservação ambiental com condições e recursos para que a fauna, flora e solo estejam em equilíbrio e em condições de sustentabilidade.

Desta forma diversas leis regulamentam sobre a necessidade de o empreendimento tentar aproximar as características ambientais existentes nos locais antes da implantação das mesmas, garantindo que as condições de regeneração voluntária da natureza sejam estabelecidas. Estas leis fazem parte da Constituição federal e Estadual e são reafirmadas pela Lei Orgânica do Município de Caetité onde se encontra a exploração do minério Urânio, para fins energéticos nucleares.

O Decreto Nº 97.632 da Constituição Federal, de 10 de abril de 1989, que dispõe sobre a regulamentação do artigo 2º, inciso VIII, da Lei Nº 6.938, determina:

Art. 1º - Os empreendimentos que se destinem à exploração de recursos minerais deverão, quando da apresentação do Estudo de Impacto Ambiental - EIA e do Relatório de Impacto Ambiental - RI MA, submeter à aprovação do órgão ambiental competente um plano de recuperação de área degradada.

Em seu Art. 2º, o mesmo decreto define o conceito de degradação:

(...) são considerados como degradação os processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como, a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais.

Por fim, em seu Art. 3º, o decreto estabelece a finalidade do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas:

A recuperação deverá ter por objetivo o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano para o uso do solo, visando à obtenção de uma estabilidade do meio ambiente.

A lei Orgânica do Município de Caetité (cidade onde a INB - Indústrias Nucleares do Brasil estão implantadas), reafirmando o que diz a constituição federal, no campo específico sobre meio ambiente estabelece:

Na seção IV do artigo 172º:

IV – exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade;

No mesmo artigo ainda determina:

§2º- Aquele que explorar recursos minerais, inclusive na extração de areia, cascalho ou pedreiras, fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei.

Desta forma o empreendimento com atividades lesivas ao meio ambiente é responsável pela ação que possibilite a restauração ou a minimização por meio de soluções técnicas do ambiente na forma igual ou parecida antes do início das atividades de exploração por parte deste empreendimento.

PRAD - PROGRAMAS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Na mineração, o programa de recuperação de áreas degradadas é parte das operações de lavra e beneficiamento e representa a minimização de resíduos sólidos e efluentes nocivos ao meio ambiente. Em um contexto geral, estes programas são muito mais voltados para aspectos do solo e da vegetação, muito embora possam contemplar também, direta e indiretamente, a reabilitação ambiental da água, do ar, da fauna e do ser humano. Esta recuperação visa à integração destas áreas exploradas ao meio físico e biológico para que estas possam ser usadas novamente ou quando não, estas localidades não ponham em risco a saúde e a segurança pública e do meio ambiente.

A área recomposta por mais bem executado que seja o PRAD não poderá ser como a de antes das atividades minerais; mas pode, em certos casos, ser melhorada, conforme o referencial adotado e os interesses das comunidades da região.

As medidas de recuperação exigem soluções especiais adaptadas às especificidades de cada local e ação das atividades degradadoras. Essas soluções são baseadas em observações de campo e de literatura técnica e envolvem aspectos do meio físico, químicos e biológicos. De forma geral, as principais áreas de um empreendimento mineiro onde medidas de recuperação podem ser aplicadas, segundo Oliveira Jr, são:

ÁREAS LAVRADAS: Algumas das medidas usualmente empregadas são: retaludamento, revegetação (com espécies arbóreas nas bermas e herbáceas nos taludes) e instalação de sistemas de drenagem em frentes de lavra desativadas. A camada de solo superficial orgânico pode ser retirada, estocada e reutilizada para as superfícies lavradas ou de depósitos de estéreis e/ou rejeitos. A camada deste solo pode ser usada como remodelamento de superfícies topográficas e paisagens, contenção ou retenção de blocos rochosos instáveis, redimensionamento de cargas de detonação em rochas e outras.

ÁREAS DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: As medidas usualmente empregadas são: revegetação dos taludes e depósitos de estéreis ou rejeitos, redimensionamento e reforço de barragens de rejeito (com a compactação e sistemas de drenagens no topo); instalação, à jusante do sistema de drenagem da área, de caixas de sedimentação e/ou novas bacias de decantação de rejeitos; redimensionamento ou construção de vertedouros em barragens de rejeito; tratamento de efluentes (por exemplo: líquidos ou sólidos em suspensão) das bacias de decantação de rejeitos; tratamento de águas lixiviadas em pilhas de rejeitos ou estéreis; tratamento de águas subterrâneas contaminadas.

ÁREAS DE INFRAESTRUTURA E CIRCUNVIZINHAS. Algumas medidas possíveis são: captação e desvio de águas pluviais; captação e reutilização das águas utilizadas no processo produtivo, com sistemas adicionais de proteção dos cursos de água naturais por

meio de canaletas, valetas, murundus ou leiras de isolamento; coleta (filtros, caixas de brita, etc.) e tratamento de resíduos (esgotos, óleos); dragagem de sedimentos em depósitos de assoreamento; implantação de barreiras vegetais; execução de reparos em áreas circunvizinhas afetadas pelas atividades de mineração, entre outras.

No processo de extração mineral, a restauração da área explorada constitui um impasse, pois é algo impossível de acontecer, uma vez que restaurar implica na reprodução exata das condições do ambiente antes da alteração sofrida. A reabilitação, que segundo Kopezinski (2000) parece ser a proposta mais próxima da realidade, está ligada ao uso e ocupação do solo, ou seja, uma reutilização do local minerado como área de lazer, residencial, comercial, industrial, entre outros. Já a recuperação, por sua vez, implica em colocar no local alterado condições ambientais as mais próximas possíveis das condições anteriores.

O programa de recuperação de áreas degradadas devem atender as necessidades regionais, proporcionando a minimização dos impactos negativos sobre a área explorada e devem estar em constante monitoramento para garantir a interação de fauna e flora e a restauração dos processos ecológicos essenciais, promovendo o manejo ecológico das espécies e ecossistemas.

BIOENGENHARIA DOS SOLOS NA ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES E CONTROLE DE EROSÕES

As técnicas de bioengenharia de solos podem constituir a única alternativa técnica viável para a execução de obras de proteção de taludes e controle de erosão em locais onde o acesso de maquinário é difícil ou inviável.

Para Kruedener (1951) o uso da vegetação tem sido usado na engenharia desde muito tempo, para controlar processos erosivos e como proteção e reforço em obras civis, sendo denominadas de técnicas de bioengenharia de solos.

O princípio básico que norteia a bioengenharia de solos compreende a utilização de elementos inertes como: concreto, madeira, aço e fibras sintéticas em sinergismo com elementos biológicos como a vegetação. São utilizados conhecimentos de engenharia civil, agrônômica e a biologia de modo a ser completa a ação de estabilizar as camadas superficiais dos solos propensas a ações erosivas das águas e de deslizamentos. Para isso utilizam-se as raízes e o caule como elementos estruturais e mecânicos para contenção e proteção de solo, em diferentes arranjos geométricos, atuando assim, no fortalecimento do solo, na melhoria das condições de drenagem e na retenção das movimentações da terra.

A bioengenharia pode ser considerada uma ciência multidisciplinar, pois a sua efetiva aplicação requer conhecimento e ações integradas de diversas áreas como a engenharia a pedologia, geotécnica, hidráulica e hidrogeologia além de aspectos do meio biótico estudados na biologia e ecologia.

As raízes das plantas associado à vida existente nos solos pode promover sua estabilização em camadas superficiais até 1,5 metros. No entanto é de fundamental importância a escolha das espécies vegetais que serão usadas nas técnicas de bioengenharia para a recuperação de áreas degradadas. Davide (1999), afirma:

A escolha de espécies vegetais para utilização em recuperação de áreas degradadas deve ter como ponto de partida estudos da composição florística das matas remanescentes da região. A partir destes levantamentos, experimentos silviculturais devem ser montados procurando explorar a variação ambiental e níveis de tecnologia, sendo que as espécies pioneiras e secundárias iniciais deverão ter prioridade na primeira fase da seleção de espécies.

Em um estudo da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (1999), a autora Clarice Glufke cita alguns critérios para seleção das espécies afirmando:

O estudo das áreas florestais, o conhecimento das fases sucessionais e das relações ecológicas é essencial para a escolha correta das espécies a serem utilizadas na recuperação de áreas degradadas. Esta observação auxilia no sucesso da atividade, visto que a utilização de plantas adequadas ao local permite que a própria natureza encarregue-se dos passos subsequentes da sucessão.

Deve-se ressaltar que o uso de vegetação inadequada para serem usadas nas técnicas de bioengenharia dos solos pode causar efeitos indesejáveis, como: sobrecargas em taludes, sombreamento e eliminação de vegetação rasteira, além de caso tenha raízes muito profundas proporcionar infiltrações e conseqüente desestabilização dos taludes. O recomendável é que a vegetação seja a mesma que existia na região em que se quer recuperar e que preferencialmente sejam rasteiras quando os taludes tenham muita inclinação afim se evitar tais transtornos.

As soluções de bioengenharia destinadas à estabilização superficial de taludes e processos erosivos requerem uma boa gestão integrada de conhecimentos e técnicas afim de que rupturas ou deslizamentos destes taludes possam ser cancelados já que caso isto ocorra

será necessários intervenções convencionais da engenharia civil que é caracterizada pelos custos elevados.

O conceito de erosão é essencialmente um processo de desgaste da superfície e/ou arrastamento das partículas do solo por agentes, tais como a água das chuvas (hídrica), ventos (eólica) ou outros agentes geológicos, incluindo processos como o arraste gravitacional. Basicamente designa o processo ou conjunto de processos, tais como desgaste, transporte e acumulação, que transformam e modelam a superfície da Terra.

Quando se evita o desgaste ou desagregação ou assoreamento evita-se a erosão e este é o objetivo das soluções de bioengenharia de solos. Para isto as raízes das plantas são usadas para estabilizar estes taludes evitando a erosão pelos agentes geológicos, pois reduz ou retarda o escoamento superficial da precipitação do local e dificulta a desagregação por meio dos ventos.

Como em qualquer outro projeto de engenharia, o plano, as ações e técnicas da bioengenharia dos solos deve constar de desenhos em plantas, seções e detalhes além de relatório e memorial de cálculo e quantitativos de valores agregados e custos de todo o processo. Cada etapa e especificações técnicas de execução das obras e materiais devem constar no projeto inicial de forma que todos os aspectos sejam conhecidos para que se possa conseguir êxito na realização efetiva das mesmas e o processo de controle e qualidade sejam assegurados e garantidos.

Nos projetos de bioengenharia é comum a utilização de biomantas, telas vegetais e fibras, telas biotêxtil e fibratêxtil, que em conjunto reforçam a estabilidade dos taludes. Além disso, é necessário a execução de um projeto que vise a drenagem interna e superficial por meio de construção de canaletas, caixas, drenos, e galerias. Pelo fato de serem utilizados, na maioria das vezes materiais locais, como madeira, pedras, composto orgânico, palha, cipó, dentre outros, para uso como grampeadores de solo ou até mesmo como biomantas e esteiras entrelaçadas os custos de transporte são reduzidos, além de gerarem benefícios locais.

Ao contrário dos sistemas tradicionais, as técnicas de bioengenharia de solos são mais resistentes, devido à habilidade da vegetação de crescimento e regeneração. Estas são, portanto, na maioria dos casos, as soluções de menor custo e de maior adequabilidade ambiental, que atende à crescente demandam e ao interesse geral em benefício do meio ambiente.



Fig. 1 – Aplicação de biomantas e recuperação da área ao longo do tempo

INB - INDÚSTRIAS NUCLEARES DO BRASIL

A INB - Indústrias Nucleares do Brasil - é uma empresa de economia mista, vinculada a Comissão Nacional de Energia Nuclear, a CNEN e subordinada ao Ministério de Minas e Energia do governo federal. Criada em 1988, a INB é responsável por parte do ciclo do Programa Brasileiro de Energia Nuclear, respondendo pela exploração do Urânio (U), desde a mineração e beneficiamento primário e também pela produção e montagem dos elementos combustíveis que acionam os reatores das usinas nucleares de Angra I e Angra II.

A exploração do minério acontece hoje apenas no Estado da Bahia, com uma mina de exploração a céu aberto. Esta mina fica localizada próxima às cidades de Lagoa Real e Caetitê, no sudoeste do Estado, a 757 km de Salvador. Com uma área de influencia da empresa em cerca de 1900 hectares a Unidade de Concentrado de Urânio - URA – constitui-se uma das mais importantes províncias uraníferas brasileiras. Por ser uma instalação nuclear o empreendimento têm que seguir as Normas de Garantia da Qualidade para a Segurança de Usinas Nucleoelétricas e outras instalações da CNEN, e a Norma CNEN – NN – 1.16/2000. No entanto para a obtenção da Licença Prévia de funcionamento, juntamente com a licença ambiental de operação, a INB teve que apresentar um programa de descomissionamento que descreve as ações de recuperação das áreas degradadas durante e após o fim das atividades da mineração na Unidade de Concentrado de Urânio (URA) em Caetitê – BA.

Como a mina é a céu aberto, o urânio é obtido na área de lavra com a utilização de bananas de dinamite, que reduz o tamanho das rochas para obtenção do mineral em quantidade viável economicamente. Neste processo, diversas rochas com granulometria variada com ausência de urânio em quantidades aproveitáveis são direcionadas para o depósito de estéril para serem incorporadas ao Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.

TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO EM TALUDES USADAS NO PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS DA INB

Conforme previsto na legislação, os empreendimentos que se destinem a exploração mineral deverão apresentar um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) para o órgão ambiental competente que junto com o Estudo de Impacto Ambiental e o Relatório de Impactos sobre o Meio Ambiente, o EIA/RIMA, formará um conjunto necessário para a obtenção e renovação da licença de funcionamento do empreendimento.

As áreas que estarão em processo de recuperação correspondem aos setores de exploração mineira que se verifica a degradação como: Cavas a céu aberto, depósito de rochas estéreis, áreas das bacias de rejeitos e áreas de infraestrutura da usina e setores administrativos. No entanto abordaremos aqui, apenas as técnicas de bioengenharia usadas no depósito de rochas estéreis com a formação de taludes e na revegetação dos mesmos.

Depois de escolhida a área para servir como depósito para os rejeitos da mineração, com o auxílio de retroescavadeira ou similar, retira-se cerca de 50 cm da camada superficial da terra que é a fase do solo mais rico em nutrientes. O “Topsoil”, como é mais conhecido no meio mineral, é rico em matéria orgânica de partes de plantas e de seres vivos em estado de decomposição estabilizado – o húmus. Essa camada é chamada de camada fértil e, portanto é a melhor para o plantio, pois é nessa camada que as plantas encontram alguns sais minerais e água para se desenvolver.

O processo a seguir é a aplicação da técnica que melhor se adapta as condições dos taludes, tais como altura, base e inclinações compatíveis de acordo com cada método que será utilizado. As principais técnicas desenvolvidas pela INB no que se refere à bioengenharia dos solos na estabilização de taludes e nas erosões associadas a ela são a utilização de biomantas (esteiras vegetais) e a semeadura direta.

BIOMANTAS

As biomantas podem ser aplicadas diretamente sobre a superfície que se deseja proteger com finalidades estéticas, ambientais e para estabilização de solos. A composição, degradabilidade, gramatura, e resistência das biomantas são variáveis e deve adequar-se às necessidades dos projetos de recuperação e proteção ambiental específicos, já que esses se destinam a diferentes necessidades e situações.

É desejável que a superfície do talude esteja a mais regularizada possível, para que as biomantas possam ficar totalmente aderidas à superfície. O acerto e regularização podem ser feitos manualmente ou mecanicamente, buscando eliminar os sulcos erosivos, o preenchimento dos espaços vazios e a ancoragem dos sedimentos soltos. Para isso o rejeito da lavra da mineração de urânio com materiais de rochas comuns são trazidos e empilhados formando-se taludes. Estes taludes, por sua vez, devem ter uma estrutura capaz de suportar as tensões e forças a eles associados sem ter problemas com rupturas ou deslizamentos, levando-se sempre em consideração o escoamento superficial das águas de precipitação com a utilização adequada de um sistema de drenagem pluvial. Uma vez instalados os taludes recebem a cobertura com a camada de solo removido do depósito de estéréis, que servirá como base para a instalação das biomantas e na revegetação do local.

As biomantas vêm acondicionadas em bobinas e sua aplicação deve ser iniciada pelo topo do talude, desenrolando-se a bobina, fixando-a e moldando-a sobre uma valeta escavada ao longo do talude para que esta possa ser grampeada usando-se grampos de aço, madeira, ou bambu, de tamanhos e formas variadas, devendo ser aplicada conforme as características específicas do local a ser protegido ou recuperado.

Nos espaços entre as esteiras de fibras biodegradáveis (biomantas) são cultivadas mudas de espécies da flora local onde a indústria encontra-se instalada, levando em consideração a estrutura requerida pelas raízes destas espécies, uma vez que não podem possuir raízes muito profundas que comprometam a estabilidade do talude provocando erosões e deslizamentos necessitando de intervenções da engenharia civil que em geral são caras e onerosas.

SEMEADURA DIRETA

Outra técnica usada como bioengenharia dos solos na estabilização de taludes e erosão no depósito de estéril da mineração das Indústrias Nucleares do Brasil é a semeadura direta que consiste em misturar sementes previamente selecionadas, principalmente de espécies leguminosas herbáceas, formando um coquetel e lançá-las manualmente diretamente nos locais preparados para o plantio. No caso dos taludes, o lançamento do coquetel de sementes é realizado antes da instalação das biomantas, o que proporciona a germinação das sementes, e o entrelaçamento nas biomantas, estabilizando-a nos taludes. Em contrapartida, a biomanta mantém o solo úmido e se degrada com o tempo, tornando-se matéria orgânica para as plantas estabelecidas.

Os insumos usados como fertilizantes para serem aplicadas e a própria semente e mudas de espécies nativas usadas no processo de semeadura direta e biomantas são produzidos pela própria indústria no horto florestal. A fertilização se dá pela obtenção de adubo orgânico proveniente de minhocultura que consiste na criação de minhocas específicas capazes de enriquecer a terra com o húmus produzido por elas, tendo condições ambientais favoráveis tais como iluminação, umidade e alimentação abundante.

Outra forma para se obter adubo orgânico na empresa é pelo processo de compostagem orgânica através do método de leiras estáticas para a obtenção da maturação da matéria orgânica, utilizando-se restos alimentares e diversos materiais orgânicos, como resíduos de podas de grama, árvores e folhas.

Os controles referentes ao acabamento, cobertura e germinação serão conduzidos com base na apreciação visual e nos critérios usuais de plantio agrícola. Enfim a solução de bioengenharia para problemas de erosão e estabilização de taludes requer conhecimentos como fatores climáticos, topográficos, agronômicos e geotécnicos para análise, interpretação, diagnósticos e solução para o problema. Todas estas técnicas possibilitam a estabilização de taludes de forma mais natural possível, proporcionando a recuperação da área degradada e na aproximação na medida do possível à área antes da implantação do empreendimento na busca de minério de Urânio.

CONCLUSÃO

Diante das crescentes preocupações com as questões ambientais e rigoroso controle por parte dos órgãos fiscalizadores, a recuperação de áreas degradadas, em especial as de atividades mineradoras como foi abordado aqui, tem sido imprescindível para proporcionar o desenvolvimento sustentável, aliando crescimento econômico com preservação ambiental. Dentro destas ações destaca-se o de uso de técnicas de bioengenharia de solos, e que por esta ser esteticamente completa, economicamente viável e ecologicamente correta é a mais adequada a ser implantada na estabilização de taludes e contenção de erosões e equilíbrio e estabilidade ambiental.

Abstract: The increasing pressure and control by government agencies that monitor and the interest of the general population for the benefit of the environment, there is increasing discussion by encouraging the pursuit of recovery of areas degraded by mining activities such as in Nuclear Industry Brazil - INB in the city of Ba-Caetité. The use of soil bioengineering techniques as biodegradable blankets and hydroseeding, it constitutes an important tool in the quest for rehabilitation of these areas to achieve in a cost-effective feasible, effective stabilization of slopes formed in the sterile deposits and mining the elimination or minimization of erosive actions on the environment in which you want to restore.

Keywords: Soil Bioengineering, INB, PRAD.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DAVIDE, Antônio C. **Seleção de Espécies Vegetais para Recuperação de Áreas Degradadas**. Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas – SINRAD, 1999.

Decreto Nº 97. 632, de 10 de abril de 1989. Disponível em:
<http://4ccr.pgr.mpf.gov.br/institucional/grupos-de-trabalho/gt-aguas/docs_legislacao/decreto_lei_97632.pdf> acesso em 10 de Ago. de 2011

DEFLOR BIOENGENHARIA .**Guia de Instalação de Biomantas Antierosivas, Retentores de Sedimentos e Hidrossemeio**. Belo Horizonte – MG.

GLUFKE, Clarice. **Espécies Florestais Recomendadas para Recuperação de Áreas Degradadas**. Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1999.

IBAMA. **Manual de Reabilitação de Áreas Degradadas**. 1990

KAGEYAMA, Paulo et al. **Revegetação de Áreas Degradadas: Modelos de Consorciação com Alta Diversidade**. Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas – SINRAD, 1994.

KOPEZINSKI, Isaac. **Mineração X'Meio Ambiente: Considerações Legais, Principais Impactos Ambientais e Seus Processos Modificadores**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Ed. da Universidade. Porto Alegre, 2000.

Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Disponível em:
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm> acesso em 10 de ago. de 2011.

Lei Orgânica do município de Caetité. Câmara de Vereadores do Município de Caetité Sala das Sessões, em 05 de abril de 1990. Disponível em:
<<http://www.camaracaetite.ba.gov.br/pdf/leiorganica.pdf>> acesso em 10 de Ago. de 2011.

LIMA, Hilton M. - BORBA, Evando M. – Wiikimann, Luíza O. **Documento da Qualidade Operacional da GGEM: Plano de recuperação (Descomissionamento) do Complexo Minero-Industrial de Caetité – CIC.** Caetité 1996.

OLIVEIRA Jr., J.B. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração.** Apostila do Curso Recuperação de áreas degradadas pela mineração. I congresso Nacional de Meio Ambiente na Bahia. Universidade Estadual de Feira de Santana. Outubro 1998.