

13.0 - PLANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

13.1 – Justificativas

A Constituição da República Federativa do Brasil, no capítulo VI, estabelece no Artigo 225, parágrafo 2º, que “aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei”. O Decreto 97.632, de 10/04/1989, regulamentou a Lei 6.938/86, no que se refere à recuperação de áreas degradadas pela atividade de mineração. Segundo o referido decreto, os empreendimentos no setor mineral deverão apresentar ao órgão competente o Plano de Recuperação das Áreas Degradadas pela atividade de mineração como um documento integrante do Estudo de Impacto Ambiental (IBAMA, 1990).

O Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, apresentado a seguir, considera as atividades referentes à recuperação, considerando o papel fundamental que a cobertura vegetal ocupa no contexto de reabilitação ambiental e ecológica das áreas interferidas, destacando-se: atividades a serem desenvolvidas anteriormente e conjuntamente à supressão vegetal, criando condições para maximizar as práticas de revegetação; os planos de recuperação e sua execução, descrevendo as práticas de recuperação e estabilização da área; o monitoramento das áreas recuperadas, fechamento e descomissionamento de estruturas com a indicação de seu uso futuro.

Serão levados em conta os recursos naturais inerentes ao ecossistema local, como o (1) sementes, a serem colhidas diretamente da vegetação atualmente existente no local, (2) banco de plântulas e propágulos existentes na área a ser suprimida, que será resgatado anteriormente a supressão vegetal e removido juntamente ao *topsoil* e decapeamento da canga, (3) camada superficial (*topsoil*) e restos vegetais que serão removidos das áreas florestais suprimidas e armazenados na fase de desenvolvimento da lavra para sua posterior utilização no processo de



recuperação da mina durante sua operação e após seu fechamento. E por fim, o decapeamento da canga que será removido das áreas cobertos por vegetação, que também serão removidos e estocados até sua utilização final. Contudo, além da revegetação, outras intervenções serão necessárias, destacando-se a reconformação das superfícies do terreno, a drenagem superficial, a estabilização de taludes das principais estruturas da mina, a implementação de um plano de atrativos para a fauna, assim como a inoculação de micorrizas em sementes de espécies de leguminosas fixadoras de nitrogênio, adubação e preparação do solo previamente a revegetação, criando melhores condições para o estabelecimento das espécies plantadas.

13.2 - Objetivos

O Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD tem como objetivo apresentar as diretrizes para a recuperação das áreas degradadas pela exploração mineral do Projeto, em estudo, desenvolvendo ações de controle, adotando medidas de minimização da ação dos agentes erosivos e recuperação ambiental das áreas afetadas.

São objetivos específicos deste programa:

- 1) Implementar ações de controle ambiental a serem desenvolvidas anteriormente e conjuntamente à supressão vegetal de forma a enriquecer e acelerar o processo de recuperação proposto;
- 2) Implementar ações de controle e recuperação ambiental, de forma a mitigar ou corrigir processos erosivos que poderão ser acentuados, ou originados com a implantação do empreendimento;
- 3) Promover a recuperação de áreas afetadas pelo empreendimento; obtendo a estabilidade da área de modo a possibilitar o seu uso futuro seguro;
- 4) Criar atrativos para a fauna local nas áreas recuperadas, de forma a atrair populações de animais, encontradas na área do empreendimento anteriormente a sua implantação;
- 5) Monitorar as áreas recuperadas, avaliando a efetividade das ações de



recuperação executadas, identificar eventuais desvios no programa de recuperação;

13.3 - Descrição das Atividades

Para efeito de caracterização e elaboração do PRAD, partiu-se da suposição de um patamar mínimo em termos de condições ambientais nas áreas onde a recuperação será posta em prática, considerando que a atividade biológica do solo terá baixa representatividade, além de pouca estruturação pedológica. Entretanto, fatores ambientais locais como clima e principalmente, fontes de dispersão de propágulos (sementes, regeneração natural e outros), podem auxiliar na reabilitação das áreas pertinentes ao programa, por meio da evolução da cadeia sucessória vegetal. Dessa forma, o programa deverá fundamentar-se, inicialmente, na estabilidade geotécnica das áreas envolvidas (reconformação), associada às técnicas silviculturais, que permitam criar mecanismos mínimos, para estabelecimento natural e evolutivo de um processo de colonização vegetal.

Mesmo após a devida reconformação, a área ainda se torna passível de ravinamentos e prováveis carreamentos de materiais diversos, principalmente em função da não estruturação do solo e intensas chuvas concentradas. Assim sendo, torna-se imprescindível que naquelas áreas, em que haverá disposição de materiais de solos (serrapilheira, decapeamento e “*top soil*”), a área seja nivelada mecanicamente, ao máximo possível, evitando-se dessa forma, possíveis depressões e conseqüentemente, acúmulos de águas pluviais. Já nos taludes, com ângulos acima de 45°, a utilização de biomantas vegetais, torna-se sempre recomendável.

Ao mesmo tempo, evidencia-se que o êxito de qualquer programa de reabilitação ambiental depende, em grande parte, de um acompanhamento técnico quanto ao comportamento da cadeia sucessória (ingressos de novas espécies e evolução das existentes), por meio de monitoramentos constantes, afora aqueles



inerentes às atividades de manutenção nos anos seguintes após a implantação, cujas práticas silviculturais recomendadas, são de fundamental importância para a sucessão vegetacional que se deseja.

As atividades antrópicas inerentes ao empreendimento e associadas à degradação ambiental são: a supressão da vegetação; intervenção sobre o fluxo superficial natural de drenagens; abertura e alargamento de acessos viários; escavações e aterros (cavas e pilha de estéril); trânsito de veículos pesados; detonações; derrames acidentais de óleos, graxas e combustíveis no solo.

Durante o desenvolvimento da frente de lavra, após as atividades de supressão da vegetação, deve-se, sempre que existir solo de capeamento, que este seja removido e armazenado em local separado e localizado nas imediações da mina para que seja aproveitado na posterior recuperação da área.

Para os depósitos de materiais serão submetidas às áreas dos acessos, de modo que deverão ser recuperadas através de recomposição da estrutura original do solo e revegetação, onde se fizer necessário, com a recuperação do terreno e máxima aproximação de sua forma original.

Com o intuito de prevenir e minimizar os processos erosivos previstos, algumas ações, como a execução dos reflorestamentos programados, minimizando a intensidade dos processos naturais, serão aplicadas. Sua execução será em função da morfologia da jazida e do desenvolvimento do Projeto de Lavra, quando da exaustão da área de lavra, de maneira que o equilíbrio ambiental seja, na medida do possível, preservado e que a paisagem da área do empreendimento, esteja recomposta, por ocasião do abandono das atividades no setor exaurido.

No presente projeto está programado a reabilitação das áreas correspondentes aos depósitos, nível de lavra na cota, área de infra-estrutura e vias de acessos, através da readequação topográfica, preparo do substrato e revegetação. Os depósitos terão os taludes regularizados com cobertura de material areno-argiloso e solo através do preparo do substrato, com posterior aplicação da atividade de



revegetação. A área de lavra será reabilitada, recobrando-se os níveis produtivos com material areno-argiloso e solo, adequando-se ao plano de fechamento projetado.

Assim, as ações programadas para reabilitação das áreas degradadas serão: Recomposição Topográfica, Adequação Paisagística e Revegetação.

13.3.1 - Recuperação física

A recuperação física compreende o preparo das superfícies degradadas antes, durante e depois da retirada/deposição de material (substrato terroso), por meio da aplicação de tratamentos e técnicas que visam o controle de processos erosivos e o posterior estabelecimento de cobertura vegetal. O conjunto de medidas propostas tem por objetivo reduzir os efeitos dos processos erosivos, a curto prazo, para que se possa viabilizar a implantação da cobertura vegetal de forma satisfatória.

As medidas físicas visam readequar as áreas degradadas a uma nova realidade, durante e posteriormente a sua utilização, onde os efeitos dos processos erosivos (leitos irregulares e não definidos, deslizamento e carreamento de sedimentos junto com materiais de granulometria maior) sejam estabilizados de forma definitiva, permitindo que, a médio e longo prazo, haja uma integração com os efeitos da vegetação, tais como a redução do escoamento superficial e erosão, a estabilização das vertentes e consequentemente do equilíbrio ambiental.

Nesta etapa, os taludes formados na abertura da cava deverão ser suavizados com o preenchimento de material estéril. Para o preenchimento das cavas, em que comumente ocorre a inversão dos horizontes originais do solo, ou ainda a mistura dos dois, deve-se atentar para as conseqüências desse manejo inadequado, como a provável redução da fertilidade do solo, a compactação e a dificuldade no estabelecimento da vegetação. O manejo adequado nessa fase contribui consideravelmente para o processo de recuperação da área, como afirma Toy



(1988): “a recomposição topográfica será o fundamento para o restante das práticas de recuperação ambiental que envolve paisagem, solo, vegetação, fauna etc.”.

Desse modo, a primeira etapa para recuperação das áreas degradadas na área de lavra, será a adequação dos taludes de aterro dos depósitos de materiais e a regularização dos taludes de corte, visando à estabilização e controle de erosão dos taludes, considerando-se que o volume de material retirado é extremamente alto comparado com o volume de estéril e solo.

Para o sucesso do trabalho de estabilização e reabilitação de áreas degradadas em encostas, o relevo final deve atender aos seguintes objetivos: estabilidade do solo e taludes; controle de erosão; aspectos paisagísticos e estéticos; uso futuro; similaridade com o relevo original, sendo deixado quando possível o terreno plano ou com declividade inferior a 45°.

Algumas medidas preventivas no controle de erosão e carreamento de sedimentos são necessárias já no momento da abertura da mina como a remoção da cobertura vegetal por etapas, em função do avanço da extração e cuidados com a drenagem através de abertura de valetas laterais. Ocorre também uma proposta para a formação da topografia irregular a fim de aumentar o fluxo de matéria e energia internamente na área degradada. Nesta situação, a velocidade de escoamento superficial da água e o carreamento de partículas de solo seriam reduzidos, além de as partículas serem interceptadas e depositadas nas bacias de contenção, que também propiciam maior variabilidade em nichos ambientais, facilitando o estabelecimento e aumento da biodiversidade.

Na regularização dos taludes de corte executados em rocha será adotado o desenvolvimento de bermas de acordo com as dimensões definidas em projeto, por meio de:

- Adequação do talude de lavra ao perfil do layout final de lavra;
- Construção de canaletas de drenagem na base do aterro;



- Cobertura da porção desmontada com material estéril e solo;
- Semeadura de leguminosas herbáceas;
- Implantação de cordões de contorno;
- Reflorestamento da área.

As obras de drenagem terão como objetivo desviar as águas superficiais das áreas de operações mineiras e serão executadas de acordo com a necessidade de novas áreas para desenvolvimento do projeto de reabilitação, evitando ao máximo a ocorrência de processos erosíveis, como assoreamento, e contaminações físico/química. O monitoramento do nível de sedimento do sistema de drenagem será contínuo, evitando-se o envio de material particulado ao sistema de drenagem da área.

A implantação de um sistema de drenagem dimensionado para captação e controle de águas pluviais consistirá no desenvolvimento de bermas, os quais se darão com inclinação transversal de 2% para dentro (declividade da borda para a base) e de 2% no sentido longitudinal, em que as águas serão captadas e direcionadas para a canaleta de drenagem principal da área de lavra.

Os cordões de contorno serão implantados no sentido transversal à declividade, com distância média entre si de 4,0 metros, utilizando-se gramíneas de elevado porte e com inclinação de 2%, no sentido da borda para a base do talude, evitando a erosão laminar e escorrimento do solo e sementes. Estes cordões terão a função de quebrar a velocidade da água do escorrimento superficial e retenção de umidade no solo, direcionado as águas superficiais para as canaletas de drenagem.

Os taludes serão monitorados e controlados através de nivelamento geométrico. Caso sejam detectados sinais de ruptura em um talude, será implantado o programa de estabilização, com a redução da pressão neutra através de drenos subhorizontais e implantação de contrafortes na base do talude, objetivando a fixação dos setores instáveis.



Na reabilitação de áreas degradadas, geralmente observa-se que estas áreas não possuem solo ideal para o crescimento das plantas, por serem desprovidos de nutrientes adequados, em função da degradação antrópica anterior ao projeto. Neste caso, análises físico-químicas irão fornecer dados sobre a necessidade ou não de correção, sendo dada preferência para a adubação orgânica, quando da necessidade de fertilização do solo.

A irrigação necessária para o desenvolvimento das espécies definidas para estabilização dos taludes ocorrerá naturalmente através do uso de caminhão pipa mobilizado no projeto.

13.3.1.1 Procedimentos a serem adotados para a recuperação das Estruturas

A seguir, para cada estrutura a ser recuperada, caracterizar-se-ão as operações propostas, os procedimentos prescrevem diferentes tratamentos silviculturais, para cada uma das situações identificadas, desde a implantação, operação e fechamento, considerando ainda atividades de monitoração posteriores.

a) Cavas (Taludes e Bermas)

De acordo com o plano de lavra, projeto considera o desenvolvimento das operações a céu aberto em duas áreas de lavra distintas, uma para lavra de minerais de talco (Área de Lavra I - AL I), localizada no setor central da poligonal, e outra para lavra de itabirito/minério de ferro (Área de Lavra II - AL II), localizada na porção NE da área outorgada. A cobertura vegetal atualmente encontrada na área é dominada Caatinga.

As metodologias programadas estabelecem as ações sistêmicas e ciclos das operações para o aproveitamento racional da jazida, sendo subdividida em planos de trabalhos projetados e organizados de modo a obedecer a uma seqüência hierárquica no desenvolvimento do empreendimento mineiro; identificando os níveis



de produção e atentando as medidas que preservem as zonas de interesse; particularmente as boas práticas ambientais, de higiene e de segurança nos serviços.

Assim, tanto do ponto de vista técnico como econômico, a exploração à céu aberto em níveis de produção acessados por rampas torna-se exclusiva, desenvolvendo a lavra por bancadas com altura associada à espessura do corpo, modelo do terreno e contato com o litotipo encaixante (filito). Os demais parâmetros geotécnicos das dimensões dos bancos foram definidos, para cada litologia, são eles:

- Ângulo geral: de 30 a 50 graus;
- Ângulo de face: de 40 a 70 graus; e
- Largura das bermas: de 7,2 a 10 metros.

Quanto aos acessos, a rampa máxima praticada será de 10%, com a largura dos acessos de 35 m.

Como premissa assumiu-se que as cavas serão mantidas abertas com previsão de formação de lagos de acordo com a configuração topográfica das cavas na sua geometria final.

As cavas serão retalhadas onde necessário, visando à obtenção de estabilidade geotécnica de longo prazo e sem necessidade de intervenções operacionais de manutenção preventivas e corretivas, considerando a paralisação completa das atividades de lavra.

Após o processo de estabilização e reconformação geotécnica, toda a área passará por um processo de regularização da drenagem e implantação de leiras, fundamentais na prevenção de processos erosivos e finalmente, a deposição quando possível de solo orgânico, galhadas e decapeamento da canga,



principalmente nas superfícies das bermas. Em seguida, inicia-se o programa de revegetação propriamente dito, conforme descrição a seguir.

Nos taludes acima referenciados, haverá apenas um tipo de coveamento, conforme já descrito, aquele inerente às plantas herbáceas e arbustivas, enquanto que nas bermas, o mesmo acha-se associado ao plantio de mudas de espécies típicas da vegetação sobre canga. Nesse caso, torna-se importante o uso de espécies de baixo porte (arvoretas e arbustos) e que não desenvolvam raízes pivotantes.

Na face do talude de corte a revegetação será feita com o auxílio de microterraços e por meio de espécies da flora regional, selecionadas no Sub-Programa de Pesquisas e Reprodução de Espécies Nativas, dando-se preferência às herbáceas com características de recobrimento do solo. Considera-se que as áreas em conformação final serão entregues com estabilização geotécnica adequada à revegetação pretendida, inclusive com a disposição da rede de drenagem.

O cenário final das cavas consistirá em cortinas densas de vegetação sobre a borda de todas as bermas, formando um corredor que poderá contribuir com o estabelecimento faunístico. As faces dos taludes receberão nos primeiros anos vegetação herbácea rala, sujeita ao avanço de invasoras e conseqüente início da sucessão secundária.

Esta reabilitação visa à criação de uma mescla de diferentes biótopos na área das cavas (superfícies vegetadas, rocha sã, superfícies de água) e proporcionar uma base para que se implantem processos de sucessão natural na área, recomenda-se a criação atrativa para a fauna no entorno imediato das cavas, em uma faixa de largura média de 50 metros, utilizando-se as técnicas já descritas.

As práticas silviculturais, de monitoramento e manutenção das áreas revegetadas também deverão ser aplicadas na área das cavas, como descrito previamente neste PRAD.



b) Pilha de Estéril

Os estéreis provenientes das frentes de lavra serão dispostos na forma de pilhas, de modo a atender as especificações de estabilidade, conformação e reabilitação ambiental.

As Pilhas de Estéril ocuparão uma área de aproximadamente 43,12 ha, representando 44,00 % das áreas a serem recuperadas no Projeto Ferro São Mamede. A cobertura vegetal atualmente encontrada na área é dominada por Caatinga arbustiva-arbórea densa.

As pilhas de estéril serão implantadas de acordo com a necessidade, ou seja, conforme o desenvolvimento da lavra. Portanto, cada uma das pilhas será construída em anos distintos.

O fechamento das pilhas de estéril seguirá dois conceitos recomendados pelas melhores práticas: projetando para o fechamento (*design for closure*) e fechamento progressivo (*progressive rehabilitation*) (Austrália, 2006 e Golder, 2008). Prevê-se o início do fechamento das pilhas a partir do ano 2014.

Todas as pilhas de estéril foram projetadas com inclinação suave (inclinação do talude individual 1V:2H e inclinação média da pilha 1V:2,7 H). Os ângulos projetados correspondem ao ângulo final de talude, ou seja, não está previsto o retaludamento das pilhas durante o fechamento.

Comparativamente ao ambiente de cavas, a reconformação geotécnica das pilhas deve ser executada por meio da superposição de camadas de solos estéreis, formatada por meio de bermas e taludes, obviamente com ângulos e largura das plataformas compatíveis com o processo de revegetação. A pilha formada deverá receber a devida compactação, associada a uma eficiente construção da rede de drenagem e por último, implantação da cobertura vegetal objeto deste plano.



Paralelamente à deposição de materiais estéreis (solo orgânico e galhadas), faz-se necessário, a sistematização e/ou regularização da superfície dos terrenos, objetivando promover uma melhor vazão hídrica, de maneira a se evitar possíveis acúmulos e/ou escoamentos concentrados de água. Esta prática, por sua vez, deverá ser estendida para todos os taludes e bermas das pilhas de estéril do Projeto Ferro São Mamede, o que contribuirá para otimização da implantação e estabelecimento da cobertura vegetal.

Para se evitar rupturas das arestas dos taludes, por descargas d'água, bem como para minimizar o carreamento de sedimentos e o escoamento livre de água sobre o leito das bermas e/ou áreas aluviais, serão previstas leiras de proteção, dispostas no sentido transversal à declividade do terreno, tanto nas cristas dos taludes quanto ao longo dos leitos, bermas e acessos. As leiras deverão ser feitas na etapa de regularização, utilizando-se o material do próprio terreno.

Em relação à revegetação, as práticas silviculturais (atividades e insumos) são quase idênticas ao ambiente anterior (cavas), inclusive com a utilização de micro-coveamento e de um coquetel de sementes semelhante, diferenciando-se apenas na indicação de plantio de essências florestais nas faces dos taludes, uma vez que a fisionomia originalmente existente na área era de caatinga arbustiva densa. O uso de *topsoil* na área das pilhas de estéril também será uma prática.

Indica-se também a criação atrativos para a fauna no entorno imediato das pilhas utilizando-se as técnicas descrita, na tentativa de retornar o ambiente o mais próximo da vegetação original.

Os topos da pilha receberão subsolagem (descompactação do terreno antes da revegetação), acomodação de solo estéril e por fim indica-se o plantio de mudas ou semeio de sementes de espécies nativas da Caatinga com porte arbustivo e arbóreo de baixo porte, de forma a não comprometer a estabilidade geotécnica da pilha.



Eventuais necessidades de reconformação topográfica das pilhas serão definidas por meio de análise de vistoria de campo. Será instalado um sistema de monitoramento a ser mantido durante o período de pós fechamento cujas informações deverão ser interpretadas e servirão como indicativo da eficácia dos procedimentos adotados. O período de pós-fechamento, durante o qual o monitoramento deverá ser mantido, foi considerado como sendo de 5 anos.

c) Diques de Contenção de Finos

Para efeito de planejamento da desativação e fechamento, os diques de contenção de sedimentos instalados a jusante das pilhas de estéril, ocupando uma área pré estabelecida no projeto. Estes foram divididos em três estruturas, a saber:

- Barramento;
- Reservatório;
- Vertedouro final.

O plano de fechamento considera que deverá ser feito um estudo prévio com objetivo de avaliar a necessidade de manutenção dos diques de contenção de sedimentos no período pós-fechamento. Em função da recuperação progressiva das pilhas, existe a hipótese de que a geração de sedimentos a partir das pilhas também diminua progressivamente fazendo com que algumas dessas estruturas percam sua função.

✓ Barramentos

Caso sejam mantidos, os maciços serão reforçados, visando à estabilidade física das estruturas de contenção e dos materiais dispostos nos reservatórios. Onde dispensáveis, os diques serão reconformados visando a não formação de lagos nos reservatórios (construção de brechas e outras obras visando o escoamento adequado das águas).



✓ **Reservatórios**

Os lagos existentes poderão ser drenados ou não a depender da necessidade de manutenção dos barramentos. Como regra geral as áreas de praia serão revegetadas, utilizando mudas de espécies arbóreas típicas da fisionomia vegetal original.

✓ **Vertedouros finais (abandono)**

Caso necessário será implantado ou reconformados vertedouros para funcionar como dispositivos de proteção e serão dimensionados de acordo com a legislação e normas vigentes e serão construídos em solo/rocha de modo a não necessitarem de manutenção e intervenções futuras.

As técnicas de revegetação previstas para estas estruturas de diques de contenção de sedimentos, após a drenagem e estabilização das estruturas (quando for o caso), são apresentadas a seguir e já foram descritas para as etapas anteriores:

- ✓ Reconformação técnica das estruturas;
- ✓ Fertilização (adubos químicos e aplicação de solo orgânico e galhadas);
- ✓ Deposição de *topsoil*;
- ✓ Semeadura direta (quando for o caso);
- ✓ Criação de Atrativos para Fauna, incluindo plantio de mudas de frutíferas;
- ✓ Plantio de mudas (obedecendo a distribuição por grupos ecológicos e cobertura nativa local);



- ✓ Replântio (nas áreas onde a revegetação não apresentar resultados significativos;
- ✓ Adubação de cobertura;
- ✓ Monitoramento e Manutenção.

13.3.2 - Recuperação biológica

Para integrar a área a ser recuperada com a paisagem circundante, deve-se conduzir, após a recuperação física da frente de lavra, o enriquecimento florístico das mesmas, através de revegetação, processo iniciado pelo levantamento das características da vegetação e do ambiente físico do local a ser recuperado, pois a escolha das espécies é um dos principais pontos da adequação paisagística, sendo aconselhável o uso de espécies da própria região. O modelo de revegetação adotado deve ser escolhido de acordo com sua adequação paisagística, levando em conta, inclusive, a densidade vegetacional das áreas circunvizinhas.

A adequação dos níveis lavrados ao perfil topográfico final projetado será efetuada de forma paralela à atividade de lavra e realizada concomitante ao desenvolvimento das atividades de lavra. O layout final de lavra será desenvolvido concomitante com a exaustão dos níveis produtivos e, as variáveis geométricas para a configuração do perfil base para a reabilitação serão (Figura 13.1):

- largura da berma $\Rightarrow$ 10,0 metros;
- inclinação da face do talude $\Rightarrow$ 15° com o plano vertical;
- altura máxima da bancada $\Rightarrow$ 10,0 metros;

O piso das bermas será utilizado como base para recebimento da camada de estéril, a qual será então base para uma camada de solo fértil e matéria orgânica.



Os materiais serão colocados nesta seqüência, com o intuito de se conseguir um bom desenvolvimento dos sistemas radiculares da vegetação a ser implantada.

A preparação das bermas significa o preparo das praças e taludes finais para receber a cobertura fértil dando-lhe uma forma estável e adequada para o uso futuro do solo, sendo a conformação topográfica um fator importante para o sucesso do trabalho de reabilitação. O relevo final deve atender a alguns objetivos, como a estabilidade do solo e taludes; controle de erosão; aspectos paisagísticos e estéticos; e uso futuro.

Torna-se imprescindível o retorno do horizonte superficial do solo à área minerada - além dos outros horizontes originais do solo. A porção de solo superficial espalhado sobre a área traz sementes ao local que germinam e cumprem o primeiro papel de recobrimento do solo. Sempre que as condições do solo permitir, devem-se fazer plantios de enriquecimento com herbáceas, arbustos ou arbóreas, selecionando preferencialmente espécies nativas e visando à combinação de grupos ecológicos (pioneiras, secundárias e clímax), podendo o arranjo de plantio ser realizado de diversas maneiras (blocos, quincôncios, ilhas de vegetação, plantios densos etc.).

Durante a realização das operações de cobertura de material areno-argiloso e de solo fértil deverá ser utilizado, dentro do possível, caminhão pipa para melhorar as condições de trafegabilidade do caminhão que deverá transportar os materiais e aumentar o grau de fixação das coberturas no local depositado. Os equipamentos que deverão ser utilizados nestas operações de adequação paisagística serão: caminhão-pipa, pá carregadeira, escavadeira e caminhão basculante.

A reabilitação dos taludes será maximizada através do desmonte final das bancadas, com malha alongada, gerando superfícies irregulares e suavizando o talude final, possibilitando a fixação das raízes das espécies quando do reflorestamento dos níveis. Os trabalhos a serem desenvolvidos deverão levar em conta o dimensionamento dos taludes resultantes da cava gerada pela extração do minério para adequar a área sua recomposição topográfica, sendo fundamental a



observância dos valores geométricos definidos no projeto de lavra. A recuperação total e o melhoramento dos acessos utilizados na fase de extração atuam como medida compensatória pelos transtornos causados pela exploração.

Para estas ações gerais, serão necessários alguns procedimentos, dispostos a seguir:

- Desmonte da bancada final para definição da nova conformação do terreno;
- Transporte do material de capeamento e espalhamento de camada de 1,0 m de espessura sobre a superfície preparada – berma e talude;
- Transporte de solo fértil do pátio de estocagem e espalhamento mecânico e manual, formando uma camada de 0,20 m de altura no sentido da declividade, promovendo o novo modelo do terreno;
- Sistematização do solo

Estabelecido o novo modelado do terreno, deve-se iniciar a sistematização do solo, sendo o solo preparado, uniformizado e drenado para receber as mudas do plantio definitivo (revegetação). A sistematização é a fase final da recomposição topográfica, sendo indicada à realização, conjuntamente e quando for o caso, de fertilização química, orgânica e biótica do novo solo.

Os impactos sobre a fauna poderão ser minimizados pela redução do desmatamento e desenvolvimento de lavra conforme projetado, pontuando desta forma a ação antrópica e minimizando seus impactos sobre o restante das áreas já que a redução de espécies da macrofauna já se faz notar em alguns pontos da região. Sugestões sobre a implantação de futuras áreas de Reserva Florestal Particular surgem como fator fundamental na preservação do habitat e carecem da efetivação das medidas de proteção e preservação.



13.3.2.1. Aplicação de solo orgânico e galhadas

A proposta de aplicação de solo orgânico prevê a desempermeabilização do substrato por meio de escarificadores “riper” e posterior aplicação do solo orgânico (*topsoil*), transportadas de caminhão para os locais definidos e basculados nos setores escarificados. Após a aplicação do solo orgânico, ainda é prevista uma aplicação de uma camada de restos vegetais sobre esta cobertura. O material terroso orgânico e os restos vegetais serão colhidos nos pátios de estocagem de solo orgânico e galhadas da mina de ferro.

Assim sendo, torna-se imprescindível, nos setores em que haverá disposição de materiais de solos orgânicos, seja nivelada mecanicamente, ao máximo possível, evitando-se dessa forma, possíveis depressões e conseqüentemente acúmulos de águas pluviais. Após a deposição do material orgânico, novamente será previsto também a escarificação da área com riper, com o intuito de facilitar a infiltração e abrir sulcos para os plantios necessários.

Durante os trabalhos de aplicação do solo orgânico, na mediada em que forem executadas as disposições de material, será realizada uma escarificação e regularização das suas respectivas superfícies, no intuito de obter uma boa cobertura da área anteriormente impermeabilizada, de forma que permita a cobertura espontânea da vegetação.

a) Lançamento de solo orgânico

O solo orgânico deverá ser lançado em camadas de aproximadamente 20 cm de espessura de material não compactado, medida após o nivelamento do material lançado, nas posições de máxima espessura solta. As espessuras das camadas de lançamento poderão variar até 30 cm, em função dos equipamentos de nivelamento e escarificação a serem usados e dos locais de lançamento.



b) Lançamento de serrapilheira, restos vegetais

O material retirado das áreas de supressão vegetal e armazenado nos depósitos deverá ser lançado nas áreas degradadas e deverá apresentar características homogêneas, não sendo indicado à ocorrência bolsões e veios de materiais substancialmente diferentes do material circundante. Todo material lançado deverá ser espalhado posteriormente, até que esteja homogeneizado.

Para efeito de obtenção de melhores resultados no processo de regeneração natural, sobretudo com relação à colonização vegetal inicial e mesmo do seu desenvolvimento (estabelecimento e crescimento), recomenda-se que após a deposição do solo orgânico e antes da distribuição dos resíduos florestais, o uso de uma grade niveladora (arrasto), preferencialmente tracionada por tratores de pneus 4 x 4 (baixa compactação), composta de trinta e dois discos e aproximadamente 800 kg de peso. Tal prática, além de promover o nivelamento da área a ser recuperada, evitando dessa forma, erosões laminares e acúmulos de águas concentradas, facilitará a futura estruturação pedológica desejada.

Tanto quanto possível, os equipamentos de transporte deverão ser dirigidos de maneira que se evite passar por outros caminhos. Quando esta operação se tornar impraticável deverão ser construídos aterros provisórios de material solto com espessura não inferior a 0,60 m, que serão posteriormente removidos. As superfícies em recuperação deverão ser permanentemente inutilizadas quanto ao trânsito dos equipamentos.

13.3.2.2. Criação de Atrativos para a Fauna

As ações propostas com o objetivo de criar atrativos para a fauna deverão ser implantadas em locais previamente delimitados. As áreas destinadas a estruturas, os atrativos deverão ser criados inicialmente em seu entorno imediato, em uma faixa



de largura média de 50 metros e assim que for finalizado o uso da área, em seu interior também deverão ser criados os atrativos convenientes.

Ressaltamos que as áreas consideradas como de uso permanente terão seu uso finalizado quando do fechamento da mina. Nesses casos, um plano específico de fechamento de mina deverá ser elaborado, considerando a necessidade da criação de atrativos para a fauna, da forma mais adequada a atender ao proposto no referido plano, considerando as características específicas da área.

a) Amontoar Galhos

No caso do ambiente florestal, amontoar galhos das árvores suprimidas das frentes de supressão vegetal em montes de 3 x 3 x 3 m nas áreas a serem revegetadas. No caso da vegetação sobre canga os montes deverão apresentar dimensão menor (1 x 1 x 1m). Essas estruturas deverão ser em número de aproximadamente 3 por hectare. Troncos ocos obtidos durante a supressão vegetal deverão ser intercalados aos galhos amontoados. Somente deverão ser utilizadas madeiras consideradas não comercializáveis, obtidas nas operações de supressão.

b) Aprimoramento de Abrigo de Pedras

No caso de ambiente de lavra entregue para reabilitação é comum à presença de répteis e outros pequenos animais que utilizam os amontoados de pedras deixadas no período da exploração, como abrigo de fauna. O resultado desta interação abrigo fauna é uma colonização vegetal diferenciada do resto das regiões.

O aprimoramento do abrigo de pedra consiste em colocar troncos sobre os mesmos, presos em seus vértices, para evitar rolamento, e introduzir algumas almofadas (sacos de rafia com matéria orgânica) na periferia.



Os troncos ocos retirados na fase de supressão e que não possibilitem seu aproveitamento comercial deverão ser utilizados nesses amontoados de pedras, servindo de abrigo para a fauna.

Pode-se trabalhar com a hipótese de introduzir iscas fixas para atração de tatus (sardinha, peixes, saco de farinha), roedores (substrato rígido com essência de queijo).

c) Poleiros Artificiais

A colocação de varas secas ao longo de áreas degradadas, oferece opções de pouso para aves com características de locais abertos, ao ficarem pousadas mais tempo nestes poleiros artificiais, deixarão sementes trazidas em seu intestino.

Muitos autores relatam que essas estruturas podem ser utilizadas como ferramentas para a recuperação de áreas degradadas, pois quando a complexidade estrutural de campos recém-abandonados é aumentada com poleiros artificiais, a dispersão de sementes nesses locais é incrementada (McCLANAHAN & WOLFE 1993, GUEDES *et al.*, 1997).

Nessa situação de sinergia, a deposição de sementes por aves influencia a vegetação, e, reciprocamente, a presença de focos de recrutamento na vegetação pode influenciar os padrões de distribuição das aves que dispersam sementes. Portanto, alternativas de atrair de forma artificial as aves para uma área degradada, devem ser prioridade na busca de retornar a resiliência de áreas degradadas (REIS *et al.* 1999).

13.3.2.3. Plantio de Espécies Atrativas de Fauna

As plantas denominadas “bagueiras” e frutíferas (espécies atrativas de fauna) têm um papel fundamental para a recuperação de áreas degradadas (Reis, 1995). A



utilização de bagueiras pode aumentar rapidamente o número de espécies dentro de uma área a ser recuperada, representando assim uma grande estratégia para a recuperação da resiliência ambiental.

Após a estabilização das áreas a serem recuperadas ocorrerá a revegetação destas áreas utilizando diferentes técnicas dependendo da área em questão utilizando-se principalmente de mudas de espécies nativas. Porém, dependendo se a área apresentar relevo muito íngreme, o uso de espécies nativas pode ser inviabilizado, indicando-se assim a revegetação utilizando a técnica de tapete verde, onde são plantadas espécies forrageiras exóticas de rápido crescimento como forma de evitar o surgimento de focos erosivos.

A seguir são apresentados os procedimentos silviculturais aplicados nas áreas onde haverá o plantio de mudas ou semeio:

1) Procedimentos Silviculturais

a) Controle de Formigas Cortadeiras

Essa prática deverá ser executada em toda a área e seu entorno, antes da operação de plantio, com o uso de iscas granuladas, a razão de 10 g/m² de formigueiro, em dias não chuvosos e preferencialmente com baixa umidade relativa do ar. Durante a operação, o trabalhador deverá portar um dosador padrão, garantindo assim, que a isca seja utilizada na quantidade estabelecida.

Em dias chuvosos e se for o caso, o controle poderá ser feito com produtos à base de piretróide e por meio de bombas insufladoras manuais. A área de controle, obrigatoriamente, deverá exceder em cerca de 20% do total, objetivando a criação de um sistema de defesa.

Utilizando-se dos mesmos mecanismos de controle, após quarenta e cinco dias decorridos do primeiro combate, deverá ser efetuado um repasse, observando-se as mesmas técnicas e área inicial de trabalho (incluindo-se os 20% excedentes).



b) Subsolagem

Esta atividade possui as funções de destorroamento, arejamento profundo, orientação da porosidade, nivelamento e arejamento da camada superficial do solo.

A descompactação será feita mecanicamente com implementos apropriados, em forma de gradagem pesada com trator de esteiras, acoplado a um “ripper” hidráulico. O implemento sulcará a terra até uma profundidade máxima de 60 cm, incorporando parcialmente o material de decapeamento “camada orgânica”, quando indicada para a área. Será feita uma única passagem sobre a superfície a tratar.

c) Calagem

Como objetivo de se corrigir a acidez do substrato e fornecer cálcio e magnésio ao sistema é indicada a realização da calagem. Sendo assim, após a conformação do terreno deve-se proceder a calagem do substrato por meio da aplicação de 1500 kg por hectare de calcário dolomítico, que deverá ser incorporado manualmente com o uso de enxadas e enxadões a uma profundidade de 15 cm. Essa prática deverá ser executada 30 dias antes do plantio, seguida da imediata escarificação da superfície do terreno com o auxílio de ancinhos ou gadanhos, visando à regularização da camada superior do substrato.

d) Aplicação de Micro-Terraços

Naqueles locais de baixa compactação do terreno, portanto passíveis de carreamento de sedimentos ou ainda, de ângulos acima de 45°, recomenda-se o uso de “micro-terraços”, cujas especificações técnicas e mecanismos de implantação, encontram-se descritos abaixo.

Os micro-terraços devem ser aplicados diretamente sobre a superfície do talude antes da semeadura /adubação inicial, sendo fixados com estaca de ferro, a



cada 1,5 m. O espaçamento entre os micro-terraços irá variar entre 0,50 m e 2 m, conforme as características locais. Esta prática de bioengenharia é geralmente recomendada para taludes com inclinação maior que 45 ° ou para aqueles, independentemente do grau de inclinação, que possuem má qualidade de substrato para a fixação dos insumos, visando proteger a superfície dos taludes contra a ação os agentes erosivos, em específico da chuva, de forma a se evitar o carreamento de sedimentos e insumos (fertilizante, esterco, sementes, etc.) já convenientemente aplicados sobre os mesmos.

Os micro-terraços deverão ser constituídos de fibras vegetais longas (colmos de capim inteiro) desidratadas ou folhas de palmeira babaçu (no caso de superfícies de taludes homogêneas), dispostas transversalmente, entrelaçadas por meio de fios resistentes de polipropileno. Esses materiais deverão ter uma longevidade variando de 12 a 36 meses, com dimensões padronizadas de acordo com as situações de taludes encontrados, devendo suas características como gramatura, resistência a tração, dimensões, longevidade e natureza do material vegetal estar em função da declividade e qualidade de substrato do talude.

e) Preparação do mix de sementes

Ainda, devido ao fato das características pedológicas (estruturação dos materiais de solo) serem ligeiramente superiores aos de cavas, bem como maior suavização dos taludes, preconiza-se uma diminuição do volume de sementes a ser empregado, além de uma leve modificação na composição de espécies.

O subprograma de pesquisa de espécies nativas apresenta em seu escopo um item de prospecção de espécies de Leguminosas nativas fixadoras de Nitrogênio com uso potencial na recuperação de áreas degradadas. Sendo indicado, que com o avanço dos estudos espécies de leguminosas nativas comecem a ser utilizadas neste mix de sementes em substituição a algumas das forrageiras usadas atualmente.



Com o objetivo de se obter a população final desejada, visando diminuir os custos e esforços na etapa de replantio, as sementes das espécies indicadas deverão possuir um Valor Cultural mínimo de 70% (percentagem de sementes puras viáveis, isto é, capazes de germinar sob condições favoráveis – $\%V.C = \%Pureza\ Física \times \%Germinação/100$).

Os diferentes tratamentos têm como objetivo a colonização/recobrimento inicial do substrato, que com o passar do tempo, visam provocar melhorias significativas em sua superfície, principalmente, se for levado em consideração a ausência de horizontes do solo, removidos pelos trabalhos de movimentação de terra e que apresentam baixa disponibilidade, ou mesmo, ausência de nutrientes, em especial N, P e K, além de matéria orgânica. Desta forma, espera-se alcançar, no curto espaço de tempo, a proteção do solo contra processos erosivos e, no médio e no longo prazo, o condicionamento do solo, capaz de permitir o desenvolvimento e a regeneração das espécies nativas que surgirão nos locais tratados.

f) Plantio de Mudas

Nos ambientes caracterizados pelas bermas e áreas planas, utilizando-se o espaçamento já definido no item coveamento, serão plantadas arbustos e arbustivas, cujas espécies, serão indicadas após avaliação da disponibilidade de mudas nos viveiros regionais.

Após a colocação de parte da mistura (terra mais fertilizantes) nas covas, as mudas deverão ser posicionadas no centro das mesmas, a uma altura tal, que o coleto não venha a ficar exposto ou mesmo afogado. A operação de plantio tem continuidade com o enchimento do restante da cova e ao mesmo tempo, exercendo uma pressão, com os pés, ao redor das mudas, para melhor fixação. A seguir, deverá ser feito um pequeno abaciamento sobre o substrato, proporcionando com isso, um determinado acúmulo de água ao redor das mudas e por consequência, melhor disponibilidade hídrica. Finalmente, recomenda-se que todas as embalagens



plásticas, utilizadas na formação das mudas, obrigatoriamente terão que ser retiradas da área e depositadas em locais apropriados.

g) Alinhamento e Aplicação de Micro-Terraços

Se a inclinação das bancadas dos depósitos de estéril for muito alta é recomendada a aplicação da técnica de bioengenharia conhecida com micro-terraceamento. Os micro-terraços são estruturas fixadas à superfície do terreno que propiciam uma barreira ao carreamento de material particulado, insumos e sementes pelas águas pluviais. Para tanto foi desenvolvido na região micro-terraços confeccionados com folhas de babaçu trançadas.

Para a fixação dos micro-terraços, é necessário executar o alinhamento de maneira que as linhas de micro-terraços fiquem eqüidistantes no campo. Tal alinhamento é feito pela utilização de simples gabaritos de madeira. As linhas podem variar conforme a declividade do terreno, condições de drenagens e substrato. Após a realização do alinhamento, os micro-terraços de folha de babaçu devem ser fixados ao solo por meio de grampos de ferro em forma de bengala com o auxílio de pequenas marretas.

h) Semeadura e Adubação

O micro-covemaneto consiste na abertura de pequenas covas ou covetas sobre toda a superfície do solo/substrato exposto de taludes, a uma profundidade variando 3 a 5 cm, ligeiramente inclinados para dentro do talude. As covetas deverão ser dispostas sobre o talude de forma desencontrada, ou seja, em quincôncio, com espaçamento de 15 cm entre elas. Na semeadura utiliza-se o “mix” de sementes e insumos preparados em quantidade suficiente para o seu uso imediato, não devendo este ser armazenado.



A proporção do “mix” está apresentada na **Tabela 3.3**. O adubo químico a ser utilizado tem a fórmula comercial NPK 04-14-08 e a adução orgânica serão realizadas utilizando o composto proveniente do processo de compostagem da central de resíduos da mina de ferro. Para a preparação do “mix” o adubo químico deve ser destorroado previamente, caso haja a necessidade. Os demais componentes devem ser adicionados e homogeneizados.

TABELA 13.1 - QUANTIFICAÇÃO DOS ITENS NECESSÁRIOS PARA A PREPARAÇÃO DO “MIX” DE SEMENTES E INSUMOS

Insumos	Quantidade por hectare
Composto orgânico	2000 kg
NPK (04-14-08)	600 kg
Micronutrientes	10 kg
Sementes comerciais	250 kg
Sementes regionais	30 kg

O processo deve ser realizado no início do período chuvoso para se obter os melhores resultados. Essa semeadura visa à indução da sucessão natural das espécies vegetais locais e a formação de um novo substrato, garantindo a sustentabilidade da área e a sua integração à paisagem local.

i) Ressemeio e Enriquecimento

Nas áreas onde o índice de cobertura vegetal for inferior a 80%, devido às falhas na germinação ou ao carreamento de insumos, deverá ser realizado o ressemeio. Esta operação deverá ser executada 45 dias após o semeio, utilizando-se para tal um coquetel idêntico ao original, sendo as práticas silviculturais idênticas ao semeio.

Em relação ao enriquecimento com espécies de difícil germinação e desenvolvimento por meio da semeadura direta, prevê-se após o terceiro ano de plantio, a implantação por mudas de indivíduos arbóreos.



j) Adubação de Cobertura

A adubação de cobertura visa corrigir possíveis deficiências nutricionais, devendo ser feita no segundo mês (60 dias) após o plantio, por meio da aplicação de 100 kg por hectare da formulação NPK 20-00-20.

k) Aplicação de Tela Vegetal

Nos locais caracterizados por um ângulo de repouso acentuado ou mesmo, sob material de solo pouco compactado, quase sempre, existe a necessidade de utilização de tela vegetal como fator de prevenção de ravinamentos e retenção de sedimentos.

A tela deverá ser constituída de materiais vegetais fibrosos, costurada com fios resistentes, totalmente degradáveis, com gramatura e resistência variáveis, a depender das condições a serem aplicadas. As características básicas dessas telas deverão apresentar uma estrutura tal, que permita com facilidade, a passagem dos folíolos entre o solo e a tela vegetal, principalmente em se tratando de leguminosas.

Após o preparo do solo, coveamento, fertilização e semeio, a tela vegetal será estendida ao longo dos taludes ou áreas a serem cobertas. A mesma deverá ser desenrolada a partir da crista, com recobrimento total do solo, sendo que a área de superposição entre elas terá que se aproximar dos 10 cm. A fixação da tela poderá ser efetuada por meio de grampos de madeira (preferencialmente), em forma de estacas pontiagudas. Os tamanhos serão variáveis, de acordo com a dureza do terreno, cuja densidade deverá variar entre 3 e 4 grampos/m², procurando-se sempre, deixar a tela o mais rente possível ao solo, impedindo dessa forma, o escoamento concentrado de água pluviais e sedimentos sob a mesma.



13.3.3 - Operações visando o restabelecimento do escoamento pluvial

A potencial área da jazida de ferro de São Mamede têm na sua proximidade o rio de Jaibaras. O relevo da região varia de ondulado a suave ondulado, e localmente plano no acesso. A área mesmo com as atividades antrópicas desordenadas, como uso do solo para pequenas lavouras e pasto para pecuária de subsistência sofreu impactos de baixa magnitude.

Para serem tomadas medidas de restabelecimento do escoamento pluvial e fluvial, devem ser tomadas as seguintes ações:

1. Execução do revestimento vegetal sobre o solo devidamente reconformado topograficamente, oferecendo proteção e controle de caráter extensivo contra os processos erosivos favorecendo assim o escoamento das águas pluviais até as drenagens e canais naturais existentes no entorno;
2. Os dispositivos de drenagem secundários deverão ser revestidos, resistindo devidamente aos volumes e velocidades de escoamentos canalizando as águas dos pontos de captação até os talvegues naturais e/ou cursos d'água mais próximos;
3. Os canais de drenagem (valos) deverão ser protegidos para evitar a erosão e o assoreamento e, quando necessário melhorar o seu gradiente para aperfeiçoar o escoamento das águas ao corpo receptor da região o rio Jaibaras.

13.3.4 - Identificação, quantificação e caracterização das espécies vegetais

Uma série de medidas básicas serão elencadas a seguir, visando propiciar a recomposição das áreas alteradas, segundo suas condições específicas, de resto já previstas ao longo de toda mina.

A revegetação pode atenuar diversos problemas de maneira significativa, quando estes são associados à prática de extração mineral incorreta e ao



desmatamento indiscriminado, que podem ser apontados como os principais responsáveis pelos processos erosivos. A erosão pode gerar mais degradação na medida em que se desenvolve, como, por exemplo, o assoreamento de rios e perda de área agrícola. Entre os fatores que contribuem para intensificar a erosão estão a pluviometria, características do solo (textura e estrutura), tamanho e declividade da encosta e uso e manejo incorretos do solo.

O processo para revegetação das áreas degradadas deverá ser feito pela seleção de espécies autóctones de rápido crescimento e por espécies autóctones de diversos nichos ecológicos, restabelecendo as funções mecânicas, hidrológicas e microclimáticas, assim como a estrutura ecológica da comunidade.

Posterior à conformação e readequação do terreno, a vegetação ressurgente reflete sempre, e de maneira bastante uniforme, os parâmetros ecológicos do ambiente. A sucessão vegetal obedece a um ritmo que está em sincronia com a recuperação do solo degradado pela ação mineradora. A matéria orgânica retirada de seu local original apresenta ainda em sua composição bulbos e sementes de espécies nativas.

Intermediando os processos de sucessão vegetal, as áreas restituídas deverão reter em sua topografia a matéria orgânica e os elementos químicos do solo das áreas localizadas em suas proximidades, pelo carreamento natural através da lixiviação provocada pelas águas das chuvas. Com isto, ocorrerá um enriquecimento natural e será facilitada a recuperação da vegetação pioneira.

Após a formação desta manta vegetal, que formará uma área campestre natural, composta por espécies pioneiras e bem primitivas, capazes de se desenvolverem em ambientes degradados, será iniciado o processo natural de formação do horizonte orgânico do solo, porém não se conhece precisamente, o tempo que esta colonização passa a ceder o espaço recuperado a outras espécies mais exigentes.



A seleção das espécies, visando antecipar várias etapas no ciclo da sucessão vegetativa natural, deverá considerar os seguintes aspectos: rusticidade das espécies; espécies pioneiras; rápido crescimento; nativas; frutíferas; espécies melíferas e facilidade na coleta e/ou aquisição de sementes ou mudas.

Pretende-se através da implantação de técnicas de revegetação, a reabilitação das seguintes áreas:

Tabela 3.4 – Relação das áreas a serem reabilitadas.

Discriminação	Áreas
- Área total degradada	40ha
- Cortina de proteção da área de entorno da mineração	10 ha
Total	50 ha

Inicialmente deverão ser selecionadas espécies vegetais pioneiras para sustentação do solo nas áreas desprovidas de vegetação. Os critérios para seleção de espécies vegetais para revegetação de áreas degradadas são apresentados na figura 13.2.



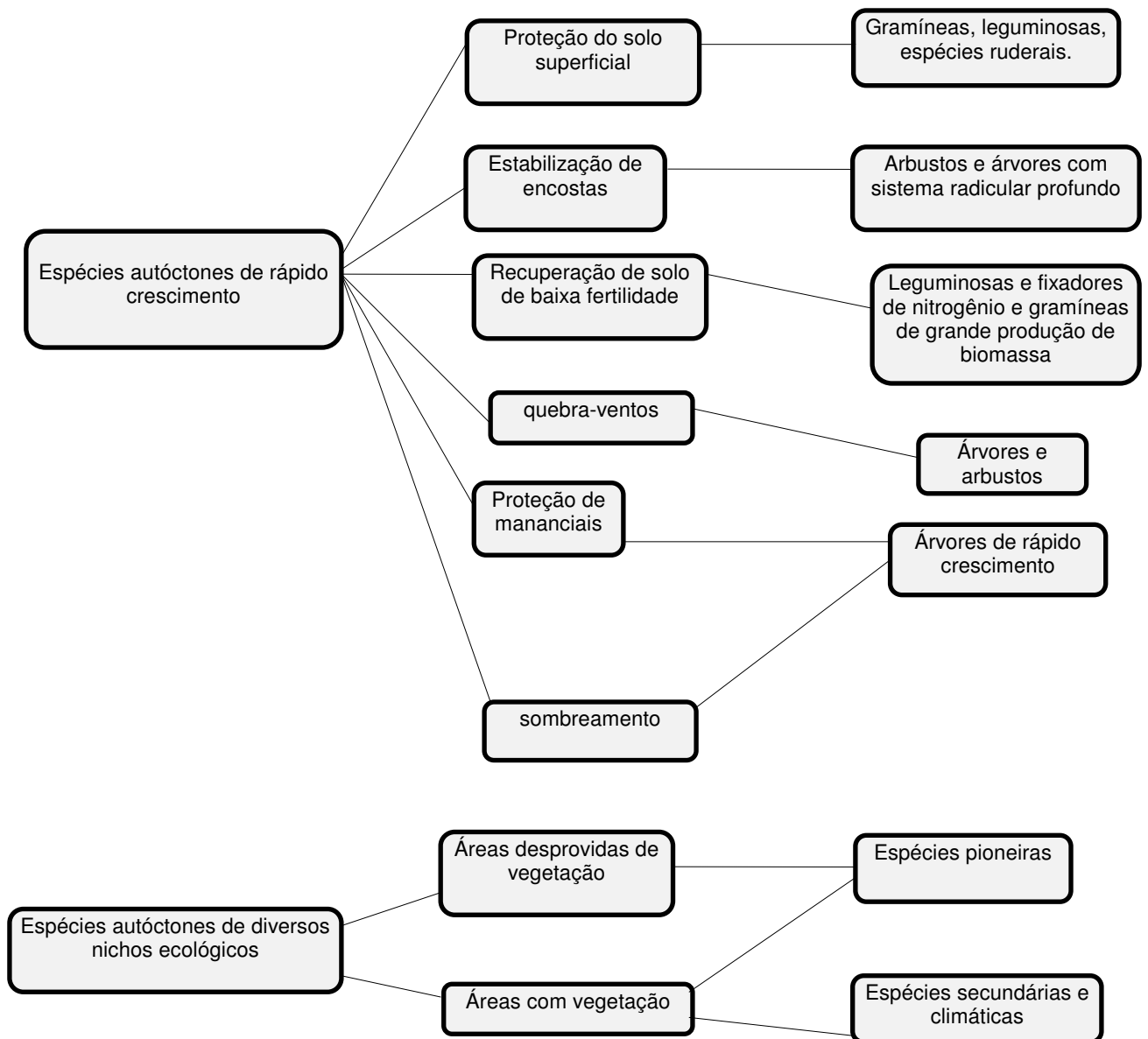


Figura 13.2 – Critérios para a seleção de espécies vegetais para revegetação.

Tabela 13.2 - Características de espécies arbóreas nativas do Brasil, que compõem os diferentes grupos ecológicos.

GRUPO ECOLÓGICO				
Características	Pioneiras	Secundárias Iniciais	Secundárias Tardias	Clímax
Crescimento	Muito rápido	Rápido	Médio	Lento ou muito lento
Madeira	Muito leve	Leve	Medianamente dura	Dura e pesada



Tolerância à sombra	Muito intolerante	Intolerante	Tolerante no estágio juvenil	Tolerante
Altura das árvores (m)	4 a 10	20	20 a 30 (alguns até 50)	30 a 45 (alguns até 60)
Regeneração	Banco de semente	Banco de plântulas	Banco de plântulas	Banco de plântulas
Dispersão de sementes	Ampla (zoocoria: alta diversidade de animais) pelo vento, a grande distância	Restrita (gravidade); ampla (zoocoria: pouca espécies de animais); pelo vento, a grande distância	Principalmente pelo vento	Ampla (zoocoria: grandes de animais); restrita (gravidade)
Tamanho dos frutos	Pequeno	Médio	Pequeno à médio mas sempre leve	Grande e pesada
Dormência das sementes	Induzida (foto ou termorregulada)	Sem	Sem	Inata (imaturidade do embrião)
Idade da 1ª reprodução (anos)	Prematura (1 a 5)	Intermediária (5 a 10)	Relativamente tardia (10 a 20)	Tardia (mais de 20)
Tempo de Vida (anos)	Muito curto (menos de 10*)	Curto (10 a 25)	Longo (25 a 100)	muito longo (mais de 100)
Ocorrência	Capoeira, bordas de matas. Clareiras médias e grandes	Florestas secundárias, bordas de clareiras, clareiras pequenas	Florestas secundárias e primárias, bordas de clareiras e clareiras pequenas, dossel florestal e sub-bosque	Florestas secundárias em estágio avançado de sucessão, florestas primárias, dossel e sub-bosque

FONTE: Adaptado de Ferretti et al. (1995) e Barbosa (2000).

Tabela 13.3 - Algumas espécies nativas que poderão ser utilizadas para a recuperação das áreas degradadas.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	HÁBITO	NOME VULGAR
ANACARDIACEAE	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Árvore	Cajú
	<i>Schinus terebinthifolius</i> Radd.	Árvore	Aroeira
ANNONACEAE	<i>Xylopia laevigata</i> (Mart.) ex R.E. Fries	Árvore	Imbira
APOCYNACEAE	<i>Allamanda polyantha</i> Müll. Arg.	Trepadeira	
CAESALPINIACEAE	<i>Senna georgica</i> Irwin & Barneby	Arbusto	Mata pasto
CELASTRACEAE	<i>Maytenus distichophylla</i> Mart. ex Reissek	Arbusto	
CHRYSOBALANACEAE	<i>Hirtella ciliata</i>	Árvore	
CLUSIACEAE	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	Arbusto	Lacre
COMBRETACEAE	<i>Buchenavia capitata</i> (Vahl.) Eichler	Árvore	Embiridiba
COMMELINACEAE	<i>Commelina obliqua</i> Vahl.	Erva	
CONVOLVULACEAE	<i>Evolvulus ovatus</i> Fernald	Erva	
CYPERACEAE	<i>Bulbostylis junciformes</i> (H.B.K.) Lind.	Erva	



DILLENIACEAE	<i>Tetracera breyniana Schltld.</i>	Arbusto	Cipó de fogo
ERIOCAULACEAE	<i>Paepalanthus bifidus Kunth.</i>	Erva	
	<i>Paepalanthus sp.</i>	Erva	
EUPHORBIACEAE	<i>Cnidosculus urens (L.) Arthur</i>	Erva	Urtiga branca
	<i>Ricinus comunis L.</i>	Arbusto	Carrapateira
FABACEAE	<i>Bowdichia virgilioides Kunth.</i>	Árvore	Sucupira
	<i>Crotalaria retusa L.</i>	Subarbusto	
	<i>Desmodium barbatum (L.) Benth.</i>	Erva	Pega-pegas
	<i>Dioclea virgata (L.C.Rich.) Amshoff</i>	Trepadeira	
FABACEAE	<i>Stylosanthes guianensis (Aubl.) Sw.</i>	Erva	
HELICONIACEAE	<i>Heliconia psytacurum L. f.</i>	Erva	
KRAMERIACEAE	<i>Krameria tomentosa</i>	Erva	Carrapicho de cavalo
LAURACEAE	<i>Ocotea duckei Vattino</i>	Árvore	Louro
LECYTHIDACEAE	<i>Eschweilera ovata (Cambess.) Miers</i>	Árvore	
LYTHRACEAE	<i>Cuphea flava Spreng.</i>	Erva	
MALVACEAE	<i>Sida linifolia Cav.</i>	Erva	Malva
MELASTOMATACEAE	<i>Miconia albicans Triana</i>	Árvore	
MIMOSACEAE	<i>Calliandra sp.</i>	Arbusto	
MYRTACEAE	<i>Campomanesia dichotoma</i>	Árvore	Guabiraba
OCHNACEAE	<i>Ouratea hexasperma (St.-Hil.) Baill.</i>	Árvore	
POACEAE	<i>Indet.</i>	Erva	
POLYGONACEAE	<i>Coccoloba alnifolia Casar</i>	Árvore	
POLYGONACEAE	<i>Coccoloba laevis Casar</i>	Arbusto	
RUBIACEAE	<i>Alibertia myrciifolia K. Schum.</i>	Arbusto	Canela de veado
	<i>Borreria verticillata (L.) G. Mey.</i>	Erva	Vassourinha de botão
	<i>Chiococca alba (L.) Hitchc.</i>	Arbusto	Caninana
	<i>Guettarda platypoda DC.</i>	Arbusto	Angélica
SAPINDACEAE	<i>Cupania revoluta Radlk.</i>	Árvore	
	<i>Serjania salzmänniana Schltld.</i>	Trepadeira	Cipó mata fome
	<i>Pouteria grandiflora (DC.) Baehni</i>	Árvore	
SOLANACEAE	<i>Solanum paludosum Moric.</i>	Arbusto	Jurubeba
STERCULIACEAE	<i>Waltheria indica L.</i>	Subarbusto	Malva
TILIACEAE	<i>Apeiba tibourbou Aubl.</i>	Árvore	Pau jangada
	<i>Luehea ochrophylla Mart.</i>	Árvore	Açoita cavalo
TURNERACEAE	<i>Turnera ulmifolia L.</i>	Erva	Chanana
VERBENACEAE	<i>Lantana camara L.</i>	Erva	Chumbinho
VITACEAE	<i>Cissus erosa Rich.</i>	Trepadeira	Fita de moça
XYRIDACEAE	<i>Xyris falax Malme.</i>	Erva	

Fonte: Adaptado por Pedreira (2003).

Algumas práticas podem ser adotadas para a reconstituição da flora, como a semeadura direta (em covas ou à lanço), plantio de estruturas vegetativas (como bulbos, rizomas ou estacas), plantio de mudas (produção em viveiros ou em coleta de campo) e regeneração natural, isto é, brotamento de sementes encontradas nas



camadas superficiais do solo que será removida dos locais das lavras e estocadas para posterior aproveitamento.

O plantio deverá ser efetuado em banquetas individuais em forma de quincônios, de acordo com a figura 13.3, utilizando-se o espaçamento triangular de 10 x 15 m.

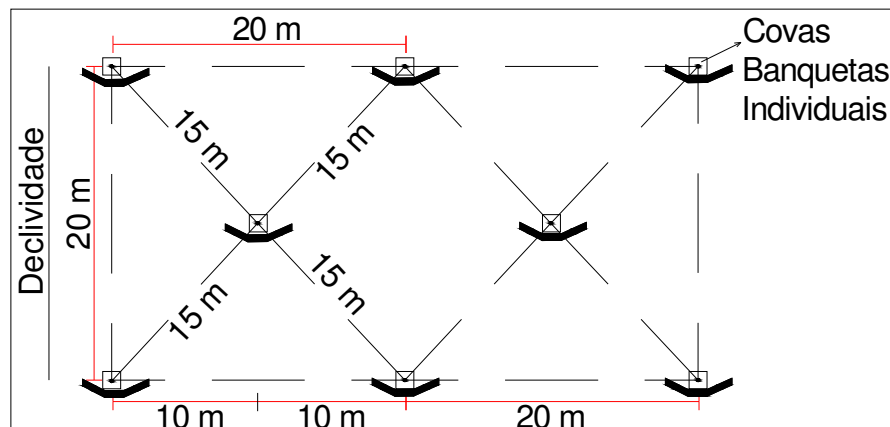


Figura 13.3 – Croqui esquemático da distribuição das mudas para revegetação.

Para o plantio definitivo as mudas deverão apresentar, neste caso, no mínimo 0,60 m de altura para assegurar sua sobrevivência nos locais degradados, sendo efetuado em covas de 40 x 40 x 50 cm, adubadas com 10 Kg de esterco de gado ou composto orgânico em banquetas individuais, onde cada banqueta tem a forma de meia lua, com uma cova em seu centro, cujo papel fundamental será a interceptação da água das chuvas, elevando a taxa de infiltração e retenção de água no solo.

A condução da regeneração natural (método que consiste em um conjunto de medidas a serem adotadas no sentido de minimizar fatores que retardam a regeneração natural, tais como incêndios, ataques de formigas, uso indiscriminado de pesticidas) deve ser realizada em conjunto com outros modelos de recuperação.

Especialmente as frentes de lava e depósitos de estéril, após serem liberados para o plantio, uma vez após sofrerem as atividades quanto à correção física,

receberão a semeadura de espécies forrageiras de rápido crescimento segundo a época de implantação (especialmente gramíneas e leguminosas consorciadas), de modo a permitir um rápido recobrimento das porções de solo exposto.

Segundo as condições do solo, a área terá que sofrer previamente uma adubação química e/ou orgânica. Em seguida, deve-se implantar um consórcio de espécies arbóreas e arbustivas nativas (pioneiras e outras) com espaçamento 1,5 x 1,5 m, em linhas intercaladas e com as mudas alternadas.

Quanto às demais áreas, caso a caso, segundo a disponibilização de porções livres, deverão sofrer a recuperação com a mesma metodologia.

Adicionalmente visando mitigar impactos paisagísticos do empreendimento, propõe-se a implantação de conjuntos de cortinas vegetais localizadas em pontos estratégicos. A primeira delas será definitiva, sendo composta por um consórcio de espécies nativas. Esta será implantada ao longo de todo o perímetro e na periferia da área projetada para a mina, bem como no pátio de implantação da usina, escritório e oficina.

A segunda será formada por um conjunto de cortinas vegetais que serão implantadas em função da disposição das diferentes praças da frente de lavra, estando situadas no limite das mesmas. Neste caso, visando atenuação do impacto visual em curto prazo será utilizada espécie exótica de rápido crescimento.

Propõe-se que estas sejam de caráter provisório até que as obras de recuperação alcancem resultado satisfatório quando da desativação da lavra, sendo implantado depois de então, espécies arbóreas nativas dando sequência às medidas anteriormente descritas.

Em pontos estratégicos, junto aos acessos, e em cotas apropriadas – quando viável, deverão ser implantadas cortinas vegetais compostas pelas mesmas espécies ou similares, visando mitigar o impacto paisagístico do empreendimento. Seguindo o plano descrito a seguir:



1. A semeadura de um coquetel de espécies gramíneas e leguminosas que possibilitará a fixação de nitrogênio no solo através da associação com microrganismos rizóbios presentes no solo;
2. Nos taludes será colocada grama em placas, tendo como objetivo cobrir o solo e protegê-lo contra a erosão;
3. A implementação de vegetação herbácea na área deverá ser suficiente na sua inserção paisagística e visual junto ao entorno;
4. Os proprietários utilizarão a área minerada após o PRAD para sítio de lazer e campo para pastagem e cultivo de arroz.

Para a formação de cortinas vegetais, se utiliza tradicionalmente espécies exóticas por apresentarem um crescimento rápido, mas quando a finalidade é a recomposição de áreas degradadas, o uso de espécies nativas é indicado. Então, previu-se a implantação de duas linhas de espécies nativas de forma intercalada.

Caso o desenvolvimento das espécies nativas não seja satisfatório, devido a algum condicionante ambiental, deverá ser adotado o plantio de exóticas.

A área que compreende o entorno do local previsto para o depósito de estéril deve ser enriquecido logo que iniciado o projeto de recuperação com espécies arbóreas nativas. Desta forma a vegetação do entorno pode acelerar o processo de sucessão podendo atuar inclusive como cortina vegetal natural e banco de sementes quando da formação do depósito de estéril.

Logo após o início da implantação, deve-se manter um monitoramento das áreas trabalhadas visando evitar e controlar possíveis danos por predação, pragas ou doenças, bem como proceder aos tratos de silviculturas necessários.



13.3.5 - Destinação da superfície d'água

A água que precipita nos continentes pode tomar vários destinos, uma parte é devolvida diretamente à atmosfera por evaporação, a outra origina escoamento à superfície do terreno, é o escoamento superficial, que se concentra em sulcos, cuja reunião dá lugar aos cursos de água, a parte restante infiltra-se, isto é, penetra no interior do solo, subdividindo-se numa parcela que se acumula na sua parte superior e pode voltar à atmosfera por evapotranspiração, e em outra segue na profundidade até atingir os lençóis aquíferos, e vai constituir o escoamento subterrâneo.

Tanto o escoamento superficial como o escoamento subterrâneo vão alimentar os cursos de água que deságuam nos lagos e nos oceanos, ou vão alimentar diretamente estes últimos.

A água que precipita nos continentes vai repartir-se em três parcelas: uma que é reenviada para a atmosfera por evapotranspiração e duas que produzem escoamento superficial e subterrâneo.

Esta repartição é condicionada por vários fatores, uns de ordem climática e outros respeitantes às características físicas do local onde incide a precipitação: pendente, tipo de solo, seu uso e estado, e subsolo.

Assim, a precipitação, ao incidir numa zona impermeável, origina escoamento superficial e evaporação direta da água que se acumula e fica disponível à superfície.

Incidindo num solo permeável, pouco espesso, assente numa formação geológica impermeável, produz escoamento superficial, e, eventualmente, uma forma de escoamento intermediária, é o escoamento subsuperficial, evaporação da água disponível à superfície e ainda evapotranspiração da água que foi retida pela camada do solo de onde pode passar à atmosfera, em ambos os casos não há escoamento subterrâneo, este ocorre no caso da formação geológica subjacente ao solo ser permeável e espessa.



Aspecto ambiental: Impermeabilização de superfícies

Deve ser feita uma ligação correta de saída de águas servidas a rede de águas pluviais utilizando calhas ao redor das instalações de solo impermeável. Pois a impermeabilização de superfícies causa alteração dos regimes de escoamento por causa da diminuição da infiltração de água pelo solo. Com o aumento do escoamento superficial, entre outras consequências, há o aumento da solicitação da rede de drenagem local.

13.3.6 - Cronograma de execução

TABELA 13.5 – CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DO PRAD

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DO PRAD												
Atividades	MESES – 1 ANO											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Preparo do solo												
Preparo das Covas e Plantio												
Controle de Pragas												
Semeadura												
Monitoramento Ambiental da Área												
Replântio												

É de total responsabilidade do empreendedor a implantação das medidas propostas neste documento.

