

3.5. PROGRAMA DE PROTEÇÃO E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE ÁREAS DEGRADADAS PELAS OBRAS - PRAD

3.5.1. Introdução

As obras de implantação da UHE Estreito concentrar-se-ão prioritariamente na margem direita do rio Tocantins, onde deverão se localizar o canteiro de obra e alojamentos para trabalhadores provenientes de outras localidades. Dentre as instalações, deverão constar guarita, subestação da obra, almoxarifados, depósito de combustível, carpintaria, pátio de armação, pátio eletromecânico, área de montagem mecânica, laboratório de concreto, laboratório de solos, central de concreto, central de resfriamento, depósito de explosivos, depósito de areia/brita, escritórios, refeitório e ambulatório médico, área de lavagem e lubrificação entre outras. Grandes intervenções no meio físico ocorrerão para implantação da barragem e obras associadas, bem como nas áreas de empréstimo e bota-fora.

A implantação de todas as unidades previstas deverá provocar grandes alterações nos sítios das obras, exigindo, portanto sua recuperação ao final das mesmas.

A recomposição é definida como sendo o processo de reverter às terras degradadas pelas atividades da lavra em terras produtivas do ponto de vista biológico. O programa SEAM (Surface Environment and Mining), do Serviço Florestal dos Estados Unidos, sugere três linhas mestras a serem seguidas para atingir um nível satisfatório para recomposição ambiental:

- (i) A produtividade do local a ser recuperado deve ser semelhante à produtividade da área antes de sua exploração.
- (ii) A área recuperada não poderá contribuir para danificação do meio ambiente, na forma de poluição das águas, do ar ou poluição química.
- (iii) A área recuperada deve ser esteticamente aceitável.

Os impactos ambientais decorrentes das atividades da implantação do canteiro de obras da UHE de Estreito serão minimizados com a adoção das medidas mitigadoras aqui descritas.

O objetivo a ser alcançado está intimamente associado à utilização preferencial de técnicas da bioengenharia, que oferecem a melhor relação custo benefício, com a garantia de resultados efetivos, fruto da larga experiência dos consultores na especificação e execução de serviços similares.

3.5.2. Justificativa

Em virtude das alterações a serem causadas pelas obras em aspectos dos meios físico e biótico, devem ser efetivadas medidas preventivas e corretivas para a recuperação das áreas degradadas em todos os locais diretamente atingidos pelas obras, como áreas de empréstimo e bota-fora, jazidas, canteiros de obras e margens de rios.

A recomposição da cobertura vegetal é importante componente deste programa, pois propicia a proteção superficial de áreas degradadas e das margens de cursos d'água atingidos, auxiliando na prevenção de erosão e instabilizações; melhora a disponibilidade de

alimentos para a ictiofauna e de habitats para fauna terrestre, propiciando a implantação de contínuos entre remanescentes; e, ainda, contribui para melhoria da qualidade da paisagem.

3.5.3. Objetivos e Público-Alvo

O objetivo geral deste Programa é:

- Definir diretrizes e medidas para manejo adequado de escavação em pedreiras, jazidas e áreas de empréstimo, bem como na utilização de canteiros de obras e áreas de bota-fora.
- Estabelecer plano para restauro das áreas alteradas, após a sua utilização, visando a readequação dos usos e/ou a revegetação.

Público-Alvo

Pode-se definir como o público-alvo deste programa todos os envolvidos nas operações de terraplenagem ou que envolvam a movimentação, ou a alteração do uso do solo ao longo da execução do empreendimento, em um primeiro momento.

Posteriormente estarão envolvidos todos os habitantes da população da Área Diretamente Afetada e da Área de Influência do Empreendimento, já que as condições ambientais decorrentes da implantação deste deverão ser restituídas o mais semelhante o quanto possível das condições originais anteriores à sua implantação.

3.5.4. Metas

Recuperar e recompor todos os sítios onde se verificará intervenção para implantação da UHE Estreito.

3.5.5. Descrição do Programa, Procedimentos Metodológicos e Atividades Previstas

A etapa que abarca diretrizes e medidas para manejo adequado das áreas de apoio às obras compreende as seguintes atividades:

- Seleção de áreas em situações favoráveis, procurando minimizar interferências em vegetação florestal e em cursos d'água.
- Para áreas de extração (jazidas, áreas de empréstimo), caso venham ficar fora da área do reservatório, será necessária a execução das obras de retaludamento e de reconstituição da configuração do terreno após sua utilização, seguido de revegetação.
- Limitação de desmatamentos ao estritamente necessário à realização das atividades;
- Retirada e estocagem (com altura não superior a 2,5 m) da camada superficial de solo fértil para posterior utilização nos plantios.
- Monitoramento e fiscalização das áreas de extração de areia, utilizando métodos exploratórios que resguardecem as condições das margens dos cursos d'água, evitando o desbarrancamento e perda de formações ciliares.

- Os canteiros de obras e alojamentos deverão ter suas instalações devidamente analisadas e aprovadas pelos órgãos ambientais competentes; a regularização dos terrenos deverá ser restrita às áreas efetivamente utilizadas, limitando as áreas compactadas e impermeabilizadas; implantação de fossas sépticas e sumidouros de acordo com as normas ABNT, para disposição dos esgotos domésticos produzidos; execução de sistema de drenagem superficial, com dispositivos de contenção e condução das águas pluviais, evitando o surgimento de processos erosivos nas áreas limítrofes.
- Disposição de resíduos sólidos provenientes dos canteiros, áreas de empréstimo e refeitórios e de resíduos industriais, em aterros sanitários adequadamente implantados nas proximidades dos canteiros; e que tenham a vida útil superior à demanda das comunidades de Estreito e Aguiarnópolis, por mais 10 anos, após a conclusão das obras, quando então será repassada à administração pública municipal as instalações de infra-estrutura de uso social a comunidade.
- Implantação de dispositivos para contenção de sólidos, óleos e graxas, visando evitar seu carreamento pelas chuvas ou por acidentes e vazamentos.

As atividades deste PRAD, previstas para o canteiro de obras serão executadas na área apresentada na Figura 2.4.3/01 do capítulo 2 deste PBA, com a localização e arranjo do canteiro de obras, acessos e obras associadas, e dos equipamentos de tratamento e controle. O Plano de Restauro das áreas degradadas pelas obras, a ser aprovado pelo órgão ambiental competente, deve contemplar:

- Quando da desativação do canteiro, a área deverá ser devidamente recuperada, com a remoção de pisos, áreas concretadas, entulhos em geral, regularização da topografia, drenagem superficial e cobertura vegetal.
- Características da área a ser restaurada, principalmente referentes às condições de solo, drenagem natural e topografia.
- Plano de recomposição topográfica com condicionamento da drenagem a fim de evitar o surgimento de pontos de erosão ou instabilidade.
- Avaliação do potencial de uso de cada área, a fim de estabelecer a possibilidade de futuras ocupações (urbanas, de lazer e outras). De acordo com pré-disposição do empreendedor, os sítios a serem recuperados podem ser integrados a áreas de uso, públicas ou privadas; para tanto, podem ser feitas parcerias com instituições públicas (Secretaria de Meio Ambiente, Prefeitura Municipal) ou privadas (ONGs, associações), visando sua utilização. (a recuperação das áreas degradadas devem privilegiar o retorno às funções originais. A depender da localização e status de conservação das áreas de instalação dos canteiros e demais instalações, as áreas deverão ser recuperadas para suas funções originais – conservação de habitat)

Se a área não for objeto de posteriores usos, prever projeto de plantio, a ser efetuado por técnico com experiência na área (engenheiro florestal, engenheiro agrônomo ou paisagista), considerando:

- Caracterização geocológica do local.
- Reconhecimento das condições de relevo e drenagem da área.
- Caracterização da vegetação regional para a seleção das espécies nativas a serem utilizadas, principalmente as de caráter pioneiro. Essa atividade será realizada pelo Programa de Inventário, Resgate e Conservação de Recursos Genéticos Vegetais, também responsável pelo viveiro de espécies vegetais que empregará germoplasma resgatado nas áreas do canteiro de obras e do reservatório.
- Interação com o viveiro de mudas administrado pelo Programa de Inventário, Resgate e Conservação de Recursos Genéticos Vegetais visando o suprimento das mesmas.
- Especificações da vegetação, onde se recomenda:
 - Na seleção de vegetação, priorizar a utilização de espécies com capacidade para promover melhorias na disponibilidade de nutrientes do solo; com capacidade de proteger o solo; de crescimento rápido.
 - Utilização de espécies com sistemas radiculares tanto superficiais (gramíneas e leguminosas) quanto profundos, que protegem o solo e ajudam o desenvolvimento da sucessão natural da revegetação, realizada por espécies pioneiras arbustivas e arbóreas.
 - Em áreas sujeitas a processos erosivos ou instabilizações e em situações de exposição do subsolo ou de camadas de solo de baixa fertilidade, que demanda a proteção a curto prazo, deverá ser realizada gramagem e/ou hidrossemeadura.
 - Em situações de reconstituição de maciços florestais, além de espécies de crescimento rápido, deve ser observada a dominância nas associações vegetais regionais, maximizando a utilização de espécies autóctones visando a recolonização da flora e fauna.
 - Para situações de plantio em margens de cursos d'água e do reservatório, é importante considerar tanto a questão da contenção de processos erosivos como a recuperação da continuidade de formações ciliares, com sua diversidade florística específica.
 - Especificações de plantio, contemplando: análise dos solos para aplicação de corretivos e fertilizantes, calagem, adubação NPK; distribuição da camada de solo fértil; preparo de covas com espaçamento e profundidade adequados; plantio de mudas de espécies nativas adquiridas em produtores locais ou cultivadas em viveiros pelo empreendedor; especificações de manejo e manutenção.

Plano de Drenagem

As alterações decorrentes da atividade de implantação da UHE Estreito trarão alterações no processo hidrológico, principalmente no que diz respeito ao escoamento superficial, com possível carreamento de sedimentos para cursos d'águas, e potencializando o surgimento de processos erosivos.

Considera-se necessária a implementação de um adequado sistema de drenagem pluvial com o apoio de canaletas vegetadas e de concreto, drenos subterrâneos, diques retentores e drenantes, além de terraços de condução de água pluvial, evitando o aparecimento de processos erosivos e a degradação dos solos.

Os sistemas de drenagem aqui conceitualmente definidos compreendem obras superficiais e subterrâneas, como valetas de proteção, terraços, canaletas e diques (superficiais) e cilindros drenantes (subterrânea). Para se chegar à frente de serviços para a execução dos dispositivos de drenagem, poderão ser executados acessos secundários, que deverão obedecer à declividade transversal no sentido da encosta. Para estes acessos e quaisquer outros que venham a ser construídos, de forma definitiva no local, deve-se observar ainda:

- Um projeto adequado de filtros e drenos, é essencial para a segurança e economia de todas as obras de engenharia civil, ou outras obras que envolvam a proteção e estabilização do solo. O objetivo primordial de uma drenagem eficiente é o de efetuar um escoamento seguro para locais afastados das obras ou áreas a serem protegidas, evitando assim a mobilização de partículas do solo em decorrência do escoamento superficial. Para tanto, as estruturas de drenagem devem apresentar as seguintes características:
 - Confiabilidade dos materiais utilizados;
 - Durabilidade dos materiais utilizados;
 - Facilidade de manutenção;
 - Segurança.

Os problemas causados por um sistema de drenagem ineficiente são:

- Piping ou erosão tubular progressiva: quando as partículas do solo migram por regiões de aumento brusco da permeabilidade (tipos diferentes de solos, ou regiões de rochas fraturadas).
- Alagamento da área próxima aos drenos. Conseqüências: entupimento (colmatação do dreno), carreamento de solo superficial, redução da capacidade de suporte do solo (resistência ao cisalhamento).

Classificação de Drenagens / Estruturas de Drenagem de Superfície

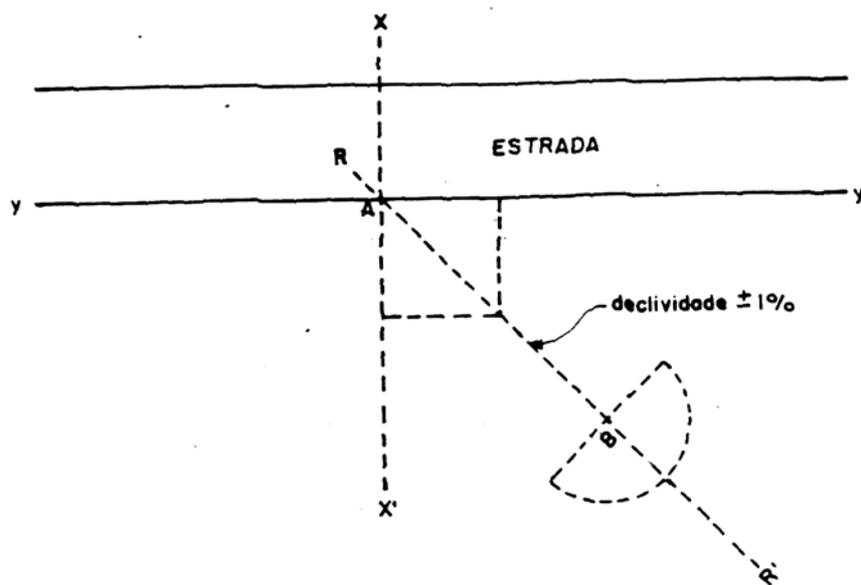
A drenagem pode ser de superfície e subterrânea (subsolo). As estruturas de drenagem de superfície a serem utilizadas nesse projeto podem ser classificadas como: terraços, canaletas verdes e revestidas de concreto, dissipadores de energia, rápidos ou descidas de água e caixas dissipadoras, bacias de sedimentação e bueiros.

LEIRAS TRANSVERSAIS NAS ESTRADAS

Em sua extensão, a cada 50 metros, deverão ser construídas leiras condutoras de água, feitas manualmente ou com lâmina de trator, destinadas a distribuir a água das chuvas. A locação das leiras deve ser feita de tal maneira a evitar que a condução das águas forme

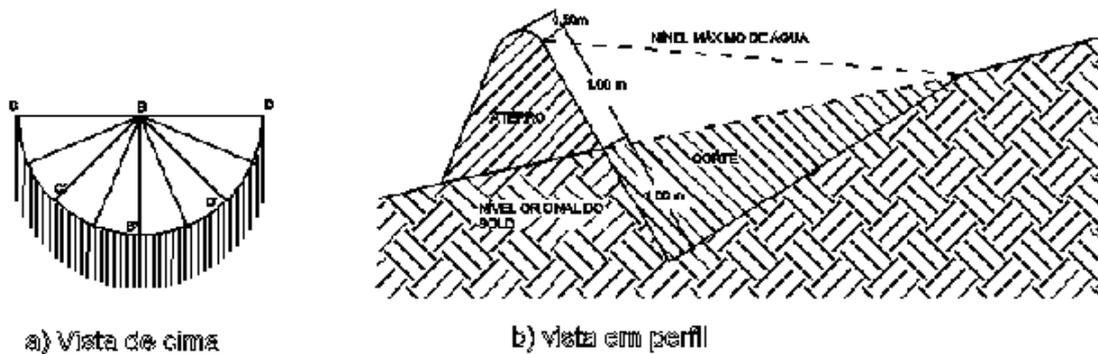
processos erosivos direcionados. As leiras serão complementadas com a construção de bacias de acumulação de água.

Figura 3.5.1 - Desenho esquemático da locação de leiras direcionadas às bacias de contenção



Os acessos devem, contudo, ser monitorados durante e após as chuvas, corrigindo-se imediatamente, com o uso de ferramentas manuais ou equipamentos mecânicos, como patrol ou trator de esteira, quaisquer focos de erosão decorrentes do escoamento superficial nas linhas preferenciais de fluxo da água.

Figura 3.5.2 - Desenho esquemático de forma da bacia de captação - vista de cima e perfil



TERRAÇOS E FAIXAS RETENTORAS

Nas superfícies planas e semi-planas com boa consolidação do solo, o coeficiente de infiltração do solo poderá ser aumentado através das operações de subsolagem e escarificação, complementadas pela execução de terraços com faixas retentoras. Essas faixas quando recomendadas serão executadas associadas aos terraços.

Essas estruturas de drenagem superficial foram escolhidas, já que apresentarão eficiência em dois horizontes de tempo - a curto prazo, em função desempenhada pelos terraços, e a médio e longo prazos, quando poderá ocorrer a deposição de sedimentos no canal do terraço, e a infiltração passará a acontecer ao longo das faixas de retenção.

Para a revegetação dessas faixas retentoras, poderá ser utilizado o capim napier (*Pennisetum purpureum*), o capim limão (*Vetiver spp.*) e a cana-de-açúcar (*Sacharum officinarum*).

Para o espaçamento horizontal e vertical, serão definidas as distâncias e seções, para que a dissipação da energia cinética do escoamento, ocorra de maneira gradual ao longo desta estrutura de drenagem.

A declividade dos terraços (em extensão) deverá situar-se entre 0,05 a 0,1%. Desta forma, sua trajetória deverá ser definida pela equipe de topografia, no campo.

Sendo assim, recomenda-se a execução do terraço tipo Nichols, já que estes serão executados com trator de lâmina.

CANALETAS

As canaletas são canais abertos, de pequenas dimensões, destinadas à captação das águas que de algum modo poderia afetar a estrutura do solo ou danificar os taludes. Para cumprirem sua finalidade, as canaletas de drenagem deverão ter capacidade suficiente para as taxas de escoamento superficial de pico que poderão ocorrer com frequência

especificada. No presente projeto, para fins de detalhamento das dimensões, deve ser adotado um tempo de recorrência de 10 anos.

CANALETAS DE CONCRETO

Os tipos mais comuns de canaletas de concreto são: triangulares, trapezoidais e retangulares. A forma trapezoidal, é a mais recomendável por apresentar maior eficiência hidráulica e facilidade de limpeza e desobstrução. As formas triangulares requerem faixas de domínios menores, são facilmente conservadas e em geral são mais econômicas para vazões menores, o que não se aplica no presente caso. As formas retangulares são geralmente usadas em cortes de rochas, ou quando as restrições da faixa de domínio são críticas.

Desta forma, serão recomendadas, onde o detalhamento dos projetos exigir, canaletas de concreto de formato trapezoidal e retangular, de dimensões variáveis, de acordo com a área de contribuição pluvial montante destes dispositivos.

As canaletas serão compostas por tela metálica Q 61 ou similar e concreto de $F_{cK} > 13$ Mpa. Sua escavação deverá ser efetuada com retroescavadeira ou manualmente. O ângulo de taludes destas canaletas variará entre 1:1,5 a 1:0,5 (altura x comprimento). As especificações técnicas das telas metálicas para canaletas são dadas a seguir:

Quadro 3.5.1 - Especificação da tela de armação para canaletas, telas soldadas – aço CA-60

Designação	Espaçam. entre fios (cm)		Diâmetro (mm)		Seções (cm ² /m)		Painel	Dimensões (m)		Peso (Kg/m ²)
	Long	Tran.	Lon	Tran	Long.	Tran		Lar.	Comp.	
Q61	15	15	3,4	3,4	0,61	0,61	Rolo	2,45	120,00	0,97

As descidas d'água, onde recomendadas no detalhamento, em escada, terão armação de ferragens 4,2 e 6,0 mm, e deverão ser compostas por aço CA-80 e $F_Y = 6.000$ kg / cm. Estas estruturas deverão ser executadas em concreto de maior resistência, no caso, de $F_{cK} > 15$ Mpa. No final das descidas d'água em escada, serão executadas caixas dissipadoras de dimensões variáveis, que por sua vez desembocarão em enrocamento de rocha de matacões de gnaisse.

Nos pontos onde a trajetória da canaleta tiver que atravessar sulcos erosivos, estes serão preenchidos com material argiloso que deverá ser compactado até 80% Proctor normal.

Nesses pontos, a tela metálica deverá ser reforçada com ferragem de aço CA-50 e de 6,7 mm de diâmetro, instalada na base e nas laterais da canaleta, sendo amarrada por arame cozido.

CANALETAS VERDES

Nos locais de declividades até 10°, e naqueles determinados na planta de drenagem das áreas a serem recuperadas, poderão ser executadas canaletas trapezoidais escavadas no solo local, em dimensões variáveis que serão compactadas com compactador motorizado tipo "sapão", sendo posteriormente revegetadas com PRCE orgânico de alta gramatura. Nos 10 metros anteriores à conexão destas canaletas com as canaletas de concreto, sua superfície deverá ser revestida por tela metálica, grampeado homoganeamente, mantendo contato contínuo entre o PRCE e o solo.

Sob o PRCE deverá ser plantado mistura de sementes de *Braquiaria decumbens* e *Brachiaria humidicola* na proporção de 15,0 e 20,0 g/m² de sementes, respectivamente. Para adubação nestas canaletas, deverá ser efetuada aplicação de cama de frango desidratada na proporção de 50 g / m² ou torta de coco da Bahia na proporção de 100 g/m².

Estas canaletas exercerão a função de atuarem como drenagem secundária em áreas de menor declividade e apresentam inúmeras vantagens, das quais podem ser destacadas:

- Menor custo de implantação.
- Menor impacto ambiental para implantação.
- Dispensa de manutenção, após estabelecimento definitivo da vegetação.

Dentre as desvantagens, pode-se relacionar:

- Exigência de inspeções com maior freqüência dos que as canaletas de concreto.
- Limitações de uso relacionadas a declividade, volume e velocidade do escoamento superficial.
- Maior possibilidade de rompimentos, em pontos com alta demanda de escoamento efetivo; desta forma, estas canaletas somente deverão ser executadas após o correto redirecionamento da drenagem superficial local.

RÁPIDOS OU DESCIDAS D'ÁGUA

Também chamados de escadas d'água, constitui-se de canais construídos nos taludes de corte ou aterro, fortemente inclinados, e com a finalidade de captar toda água da canaleta para direcioná-la adequadamente até áreas de cota inferior.

Devido às velocidades estimadas para o escoamento nestas estruturas, o concreto a ser utilizado poderá ser de FcK>15 MPA, e armação em ferragens de 4,2 e 6,0 mm, de aço CA-80, FY = 6000 kg / cm².

Classificação de Drenagens / Estruturas de Drenagem Subterrânea

FILTROS E DRENOS

Rochas intemperizadas e a maior parte dos solos apresentam difíceis problemas de drenagem porque as superfícies não protegidas desses materiais podem ser erodidas por força da água que escapa. Permite-se que o processo de erosão se inicie, isso pode levar

ao entupimento de filtros e drenos e, em casos extremos, ao "piping failure". Conseqüentemente, as superfícies de drenagem devem ser cobertas por camadas de protetoras de filtros que permitam o escape livre de água, mas que ao mesmo tempo retenham as partículas de solos firmemente no lugar da origem.

Um filtro consiste de uma ou mais camadas de materiais granulares colocadas em fundações menos pérvias, de modo a prevenir o movimento de partículas de solos que são susceptíveis de "piping", ao mesmo tempo permitindo o escoamento livre de água.

Entre as propriedades dos materiais utilizados como elementos filtrantes, necessárias para o sucesso de operações de drenagem subterrânea, podem-se relacionar, apresentarem elevada resistência à tração e pontuação, serem relativamente incompressíveis, e finalmente possuírem baixo custo e estarem com boa disponibilidade na área de utilização.

Exemplos de materiais usados para filtros têm-se os agregados de quartzo ou geossintéticos (desde 1965). Uma vantagem do uso de geossintéticos, como filtros, é o baixo custo em comparação com os convencionais filtros granulares. Outra vantagem é a facilidade de operação em campo.

Os filtros devem ter uma graduação correta, devem ser manipulados com cuidados de modo a evitar contaminação e segregação das partículas. Uma simples porção de filtros manipulada incorretamente pode levar a grandes desastres.

CRITÉRIOS BÁSICOS NECESSÁRIOS AO BOM FUNCIONAMENTO DE FILTROS

A Graduate School of Engineering of Harvard University estabelece os seguintes critérios para o projeto de filtros:

- 15% do diâmetro de partícula (D_{15}) do material de filtro não deve ser maior que 4-5 a 85% do diâmetro de partícula (D_{85}) do solo a ser protegido. A razão de D_{15} do filtro para D_{85} do solo a ser protegido recebe o nome de "taxa de piping".

Esses critérios foram modificados ligeiramente pelo U.S. Army Corps of Engineers e pelo U.S. Bureau of Reclamation (1974). As quatro principais condições a serem satisfeitas são:

- O material de filtro deve ser mais permeável que o material de base de modo que não haja formação de pressão hidráulica para destruir o filtro e as estruturas adjacentes.
- Os vazios do material de filtro precisam ser pequenos o suficiente para prevenir as partículas do material de base de penetrar no filtro e causar entupimento ou destruição do sistema de filtro de proteção.
- A camada do filtro de proteção tem que ser suficientemente espessa para fornecer uma boa distribuição granulométrica e todas as partículas ao longo do filtro.
- As partículas do material de filtro devem ser impedidas de se mover em direção aos tubos de drenagem (drenos). Para isso, pequenas aberturas ou perfurações são feitas nos tubos de drenagem.

FILTROS DE TRANSIÇÃO

São usados quando necessária uma transição entre o solo e estruturas de granulometria aberta, incapazes de reter os finos.

Se recomendados no detalhamento do projeto, e poderão ser utilizadas basicamente duas estruturas de drenagem:

- (i) Diques drenantes: que terão como elementos de transição (i.e: no ponto de interface entre os diques e o solo) retentores orgânicos de sedimento;
- (ii) Cilindros drenantes: que terão como elemento de transição manta geotêxtil.

Estruturas de Drenagem Subterrânea

A finalidade da drenagem profunda ou subterrânea é a remoção de camadas aquíferas prejudiciais às obras de interesse e águas superficiais que possam se infiltrar de maneira desordenada, causando processos subterrâneos de mobilização de partículas do solo. As estruturas de drenagem profunda englobam dois tipos básicos de drenos: lineares e em camadas. Os drenos lineares compreendem entre outros os tipos: dreno profundo longitudinal, vertical e galeria longitudinal e coletor transversal.

Se recomendados no detalhamento dos projetos, e serão utilizados drenos subterrâneos desta categoria, denominados cilindros drenantes.

Estes cilindros serão compostos por uma camada de geotêxtil envolvendo material filtrante, adequado para o correto escoamento do afloramento freático local, estabilizando o processo de mobilização de partículas do solo.

É importante ressaltar que a água superficial drenada não pode ser descarregada num dreno subterrâneo. A descarga de um dreno subterrâneo pode ser descarregada num dreno pluvial ou bueiro, desde que a descarga não esteja sob pressão.

Os cilindros drenantes se recomendados no detalhamento dos projetos, serão compostos por brita 3, envoltos em geomembrana, que deverá apresentar as seguintes especificações técnicas:

Quadro 3.5.2 - Especificação técnica - Geotêxtil tecido manta Propex 4004

PROPRIEDADES FÍSICAS	NORMA	UNIDADE	DIREÇÃO	RESULTADOS
GRAMATURA	ASTM D-5261	g / m ²	-	141
ESPESSURA	ASTM D-5199	Mm	-	0,4
PROPRIEDADES MECÂNICAS				
RESISTÊNCIA À TRAÇÃO (Carga Distribuída)	ASTM D-4595	KN / m	Longitudinal	24
			Transversal	24
ALONGAMENTO NA RUPTURA	ASTM D-4595-	%	Longitudinal	15
			Transversal	15
RESISTÊNCIA À TRAÇÃO "Grab"	ASTM D-4632	N	Longitudinal	750
			Transversal	750
ALONGAMENTO NA RUPTURA	ASTM D-4632	%	Longitudinal	15
			Transversal	15
RESISTÊNCIA AO RASGO TRAPEZOIDAL	ASTM D-4533	N	Longitudinal	380
			Transversal	380
RESISTÊNCIA AO PUNÇIONAMENTO	ASTM D-4833	N	-	330
RESISTÊNCIA AO ESTOURO	ASTM D-3786	Kpa	-	2800
HIDRÁULICAS				
PERMEABILIDADE NORMAL	ASTM D-4491	cm / s	-	0,036
PERMISSIVIDADE	ASTM D-4491	s-1	-	0,90
FLUXO DE ÁGUA	ASTM D-4491	l / s / m ²	-	35
AOS (Abertura aparente de poros)	ASTM D-4751	Mm	-	0,800

As dimensões de drenos profundos (cilindros drenantes) a serem utilizados serão definidos no detalhamento dos projetos específicos:

O método de construção consiste de:

- (i) Regularização do leito (retilínea) e escavação do leito.
- (ii) Estendimento da manta e preenchimento do interior com brita 3.
- (iii) Sobreposição da manta e costura.

GEOSSINTÉTICOS

Segundo a ASTM D-35 - 1994, os geossintéticos, um produto planar, derivado de material polimérico, são usados com um material geotécnico (solos, rochas, etc.) como parte integrante de um sistema de Engenharia Civil. Os geossintéticos possuem sete funções

básicas: filtrante, drenagem, separação, reforço, barreira fluida, proteção e impermeabilização.

Para normalização e padronização dos geossintéticos existem, entre outras, as seguintes entidades:

- ABNT (Brasil);
- ASTM (USA);
- CEN (Comunidade Européia);
- DIN (Alemanha);

Giroud (Paris,1977) propôs a seguinte notação para os geossintéticos:

Quadro 3.5.3 - Notação dos geossintéticos

Geossintéticos	Geotêxteis (permeáveis)	Não-tecidos (multidirecional) Tecidos (bidirecional)
	Geogrelhas (permeáveis)	
	Geomembrana (impermeáveis)	

COMPOSIÇÃO

Para os geotêxteis, geogrelhas e geomalhas, podem ser usados os seguintes polímeros: poliéster, polipropileno, polietileno, poliamida, nylon, etc.

Para as geomembranas: polivinil, polietileno de alta densidade, polietileno clorosulfurado, interpolímero ligado a etileno, polietileno cloronatado, dentre outros compostos.

GEOTÊXTEIS

Os geotêxteis são materiais têxteis, tecidos ou não-tecidos, formados por filamentos contínuos ou fibras, distribuídos aleatoriamente de modo a constituir uma manta de alta resistência, obtida através de processos mecânicos, químicos e térmicos.

O emprego do geotêxtil na engenharia brasileira, através de alguns tipos de tecidos e telas, vem desde 1957. Isso se deve ao fato desses tecidos terem se associado de maneira eficiente ao solo, sobretudo nos aspectos hidráulicos e mecânicos, criando novas soluções em problemas tradicionais de engenharia.

Para estocagem de geotêxteis, para períodos de tempo de curta duração, recomenda-se cobrir as bobinas (ou rolos) com material opaco e impermeável. Para estocagem de longa duração, recomenda-se manter as bobinas de geotêxteis em local coberto, protegido dos

raios solares, da chuva, da lama, etc. Para o corte dos geotêxteis, pode-se usar facas, tesouras e lâminas afiadas.

Quando ocorrerem rasgos ou furos, desde que a função principal do geotêxtil não seja a de reforço, deve-se recobrir o furo/rasgo pelo processo de colagem ou costura, com um pedaço de geotêxtil de dimensões 30 cm maiores que o mesmo.

Para se unir duas mantas de geotêxteis, por costura, usa-se fio de nylon de alta tenacidade e um ponto da ordem de 7 pontos / 5 cm de geotêxtil. Colocam-se as mantas lado a lado e costura-se, deixando uma borda de 5 cm, no mínimo, para geotêxtil não tecido.

RECOMENDAÇÕES PARA INSTALAÇÃO

Deve-se:

- Evitar rasgos e furos no geotêxtil;
- Evitar contatos com poluentes tais como, lama, óleo, solventes, tintas, etc.;
- Orientar posicionamento das fibras das mantas de geotêxtil de acordo com a sua solicitação;
- Planejar uma estratégia de lançamento das mantas de geotêxtil, na presença de água. Levantar em conta o aumento de peso, da ordem de 5-8 vezes o seu peso próprio;
- Proteger a superfície da manta de geotêxtil contra raios ultravioletas, objetos diversos lançados sobre a manta, fogo, vandalismo, etc.;
- Colocar uma camada de areia entre o geotêxtil e solos argilosos ou siltosos, quando de sua utilização em estruturas de contenção.

FUNÇÕES DOS GEOTÊXTEIS

Os geotêxteis possuem as seguintes funções:

- I Separação (evitar que materiais de granulometria diferente se misturem);
- II Filtragem (permitir uma rápida percolação de água);
- III Reforço (aumentar a resistência mecânica do material envolvente e uma eficiente transmissão de esforços);
- IV Drenagem radial (permitir o livre escoamento de água ou gases através de sua espessura);
- V Proteção (proteger o material envolvente contra eventuais perfurações e/ou desgastes).

FUNÇÃO DE SEPARAÇÃO

Na função separação, o principal objetivo é evitar que materiais de granulometria diferentes se misturem. Nesse caso, o geotêxtil, colocado entre duas camadas diferentes de solo, tais como: subsolo/meio drenante, solo compactado/lastro ferroviário, solo de baixa resistência/aterro; enrocamento/aterro, o geotêxtil atua como elemento de transição.

FUNÇÃO DE FILTRAGEM

Quanto maior for a capacidade de retenção de finos, maior deve ser a espessura da manta. Dois tipos de filtragem devem ser considerados:

(I) Líquidos fluindo livremente com partículas em suspensão, e;

(II) Líquido percolando através de meio poroso.

No caso (I), deve-se usar geotêxtil, quando existe a possibilidade de o mesmo ser substituído de tempo em tempo, pois pode ocorrer a colmatação e o geotêxtil perder sua função de filtro. No caso (II), consiste na filtragem de água de infiltração, lençol freático, colchão drenante, etc.

No início da filtração, o geotêxtil permite a passagem de alguns finos, por carregamento, dando origem a um pré-filtro. Se o movimento do fluxo, apenas em uma direção, então, os vazios deixados no solo serão ocupados por outras partículas maiores a montante. Essas partículas se assentarão sobre as que estão sobre o geotêxtil. Deste modo, a filtragem será feita pelo conjunto de geotêxtil e partículas, camadas que se situam perto do geotêxtil.

FUNÇÃO DE REFORÇO

Na função de reforço, o geotêxtil aumenta a resistência do material envolvente (solos, betume, etc.) proporcionando uma transmissão de esforços, graças a uma interação com os materiais. Por exemplo, no recapeamento asfáltico, o geotêxtil, colocado sob a camada de recapeamento, evitando a propagação de fissuras do pavimento antigo. Quanto melhor for o contato entre material e geotêxtil, melhor a transferência de tensões.

FUNÇÃO DE DRENAGEM

Na função de drenagem radial, o geotêxtil pode permitir o escoamento da água no seu plano. Essa, a principal aplicação do geotêxtil no Brasil, inclui obras de: trincheiras drenantes, drenos para rodovias, drenos para barragens (vertical/inclinado), drenos sub-horizontais e camadas drenantes.

FUNÇÃO DE PROTEÇÃO

Na função de proteção, o geotêxtil absorve as tensões localizadas que incidiram sobre o material em contato (por exemplo, uma geomembrana), protegendo-o contra perfurações e desgastes.

PROPRIEDADES DOS GEOTÊXTEIS

As principais propriedades dos geotêxteis são:

- I Propriedades Físicas: gramatura (massa/área), espessura, porosidade (Vv/V);
- II Propriedades Mecânicas: flexibilidade, isotropia, resistência a propagação do rasgo, resistência a perfuração, resistência a perfuração por impacto, resistência a perfuração por punção, resistência a perfuração por estouro, compressibilidade, resistência a tração - alongamento - módulo de rigidez;
- III Propriedades Mecânicas do Conjunto solo-geotêxtil: essas propriedades são estimadas através de ensaios, que tentam simular as condições de campo e são: resistência a tração confinada, resistência ao cisalhamento direto, resistência ao arrancamento;
- IV Propriedades Hidráulicas: Permeabilidade no plano normal a manta (permissividade) e permeabilidade no plano da manta (transmissividade) e porometria;
- V Propriedades de Durabilidade: Fluência (creep), comportamento em relaxação, resistência a fadiga, resistência à abrasão, colmatação e perda de partículas.

Os geotêxteis podem ser aplicadas nas seguintes obras de engenharia, entre outras, aterros sobre solos compressíveis, rip-rap, dreno sub-horizontal, lastro ferroviário e aterros sanitários.

GEOGRELHAS

As geogrelhas são materiais planares, em forma de grelhas, com grandes aberturas ou vazios.

PROPRIEDADES DAS GEOGRELHAS

Tanto as propriedades físicas quanto mecânicas são influenciadas pelo tipo de tela da geogrelha.

- Propriedades físicas: gramatura, espessura, abertura da malha.
- Propriedades mecânicas: resistência à tração, alongamento na ruptura e tração para alongamento.

APLICAÇÕES

Entre outras aplicações em geotecnia, tem-se:

- Como elemento de reforço e separação em aterros sobre solos moles. A execução de aterro compactado sobre a baixa resistência (solos moles) implicaria na remoção desse material; nem sempre, isso é uma solução viável diante da quantidade de mobilização de solo a ser removido. A geogrelha funciona, nesse caso, como elemento separador, impedindo a perda do material do aterro por afundamento do solo mole. A geogrelha funciona também como elemento de reforço, aumentando a capacidade de carga do terreno devido à distribuição dos esforços solicitantes, evitando-se a movimentação do solo de base, o que resulta em recalques finais aceitáveis.

- Como elemento de reforço em recomposição de aterros.
- Como elementos de reforço em estabilização de taludes e estruturas de contenção. Nesse caso, a introdução de camadas horizontais de geogrelha dispostos em níveis diferentes aumenta a resistência ao cisalhamento de todo o sistema, o que resulta num maior suporte de carga. Aumenta-se assim a estabilidade interna do talude.
- A introdução da geogrelha no interior do maciço funciona como elemento de reforço, possibilitando a construção de taludes mais íngremes.
- Como revestimento na proteção de taludes contra erosão. A geogrelha possibilitará a dissipação de água na superfície do talude, minimizando e até, mesmo eliminando os ravinamentos. Nesse caso, a geogrelha é colocada num sistema conhecido como "grama armado" como elemento de reforço e fixação do revestimento vegetação local, grama em placas ou em mudas, ou hidrossemeadura. A integração da grama com geogrelha resulta do entrelaçamento das raízes e solo através das malhas da geogrelha. Entre os sistemas de proteção de taludes contra a erosão e que inclui: concreto projetado, asfalto e chapisco, o revestimento vegetal é o que oferece melhores vantagens. Seu custo é baixo e a solução, definitiva, praticamente dispensando manutenção. Não agride o meio ambiente.
- Em aterros sanitários.
- Como proteção de fachadas.
- Como armação de argamassa armada.
- Como reforço de pavimentos.
- Como elemento de drenagem: em obras de drenagem, que podem ser: subterrâneas, de alívio e superficial. Em drenagem subterrânea - nos drenos enterrados, a geogrelha pode substituir a camada de transição ou apenas fazer a proteção do geotêxtil que foi utilizado como filtro. Nesse caso coloca-se geogrelha, atrás de estruturas de contenção, onde é necessário fazer a drenagem de alívio. Em drenagem de alívio tem como finalidade confirmar o material granular.

Técnicas de Recuperação a Serem Utilizadas – Aspectos Gerais

Serão descritos a seguir alguns métodos e técnicas de recuperação ambiental, envolvendo o controle de processos erosivos e revestimento vegetal. O conhecimento das técnicas e suas aplicações são de fundamental importância para escolha adequada, objetivando segurança, custo e eficiência.

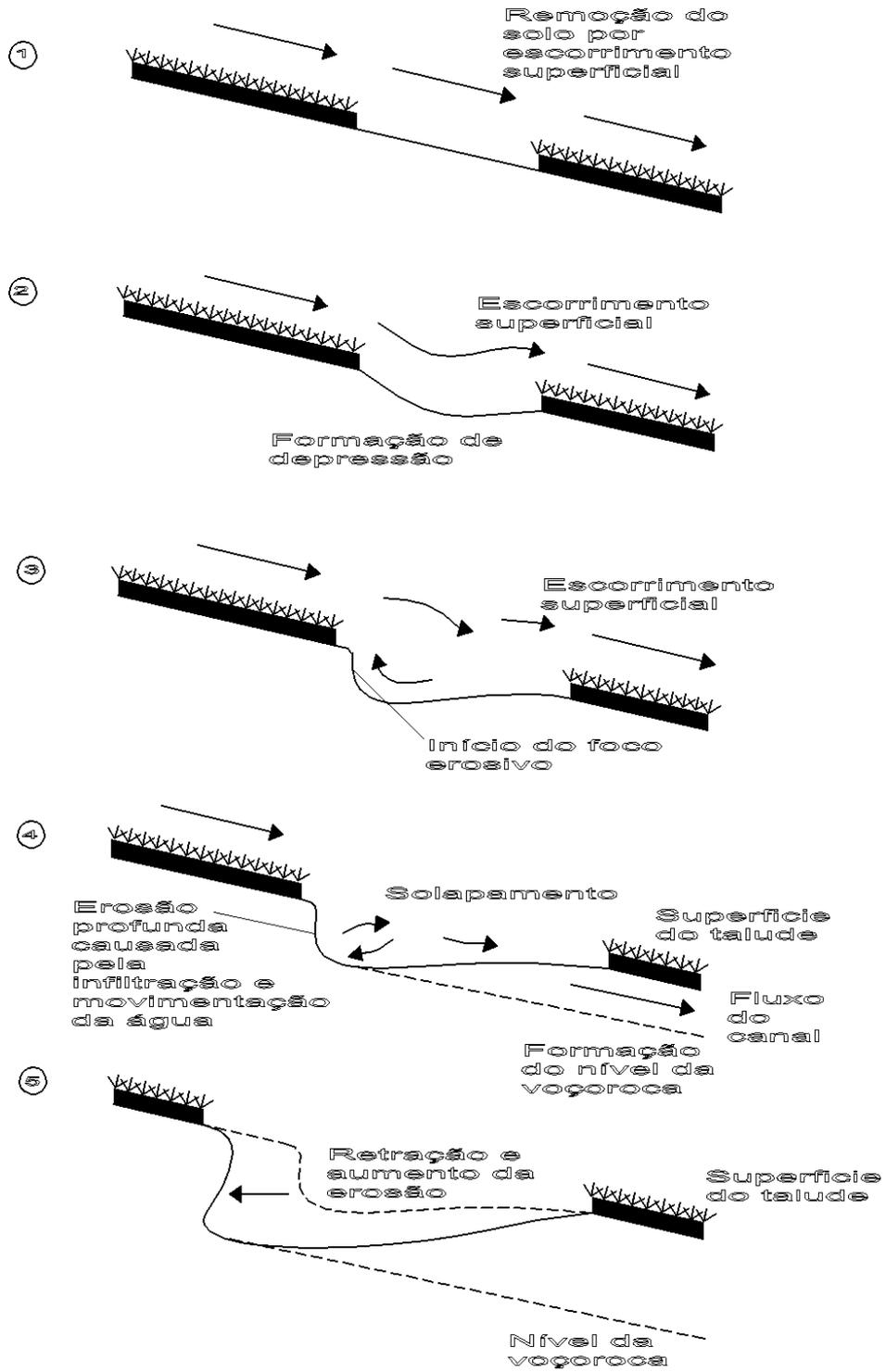
TRATAMENTO DE PROCESSOS EROSIVOS

Uma das tarefas mais trabalhosas e caras da recuperação de áreas degradadas é o tratamento e controle dos processos erosivos, por envolver várias técnicas, metodologias e produtos.

A grande dificuldade no tratamento dos processos erosivos é a escolha adequada do que será feito, para isso deve se ter conhecimento de todas as técnicas.

A figura a seguir mostra os estágios na formação de processos erosivos, iniciados com uma falha no revestimento vegetal.

Figura 3.5.3 - Estágios na formação de processos erosivos



Retirada dos Sedimentos Soltos

Esta operação consiste em retirar todo sedimento solto e também aqueles que porventura estejam em condições instáveis. A retirada poderá ser feita manualmente e/ou com uso de máquinas, dependentes do acesso ao local.

É interessante salientar que em erosões deve-se procurar utilizar o mínimo de máquinas, para se evitar que locais estáveis tornem-se instáveis ou susceptíveis à erosão.

Proteção das Cabeceiras das Áreas a Serem Reabilitadas

É necessária a proteção das cabeceiras das áreas a serem recuperadas, que podem ser feitas com a construção de canaletas de drenagem, barreiras protetoras, leiras envolvidas por PRCE biodegradável e utilização de retentores orgânicos de sedimento (bermalonga). Representação na figura a seguir.

Figura 3.5.4 - Esquema representativo de estabilização com técnicas de bioengenharia utilizando leiras, mantas e retentores orgânicos de sedimento Vista de frente

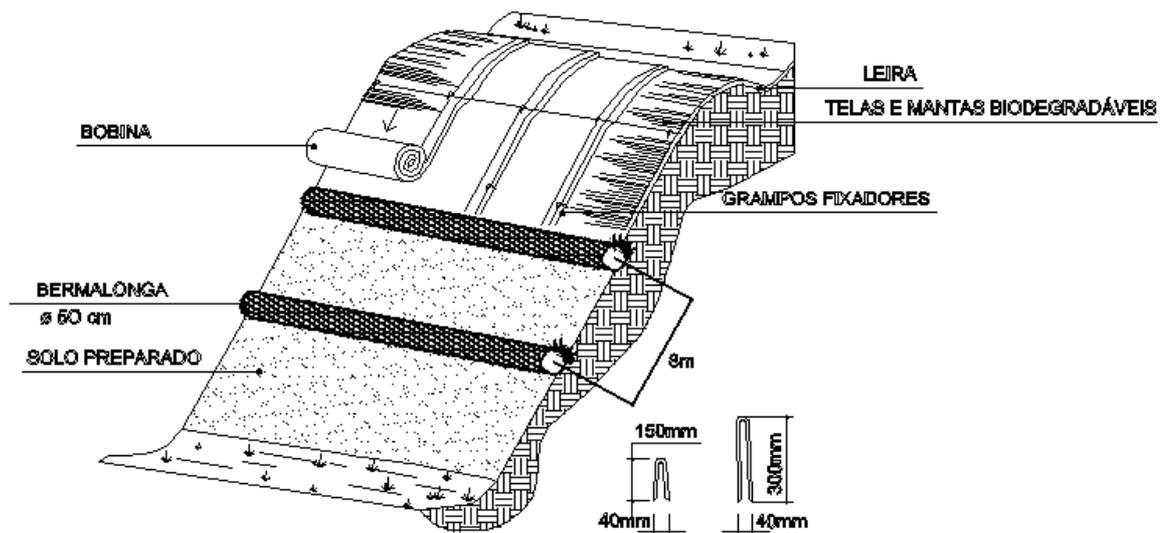
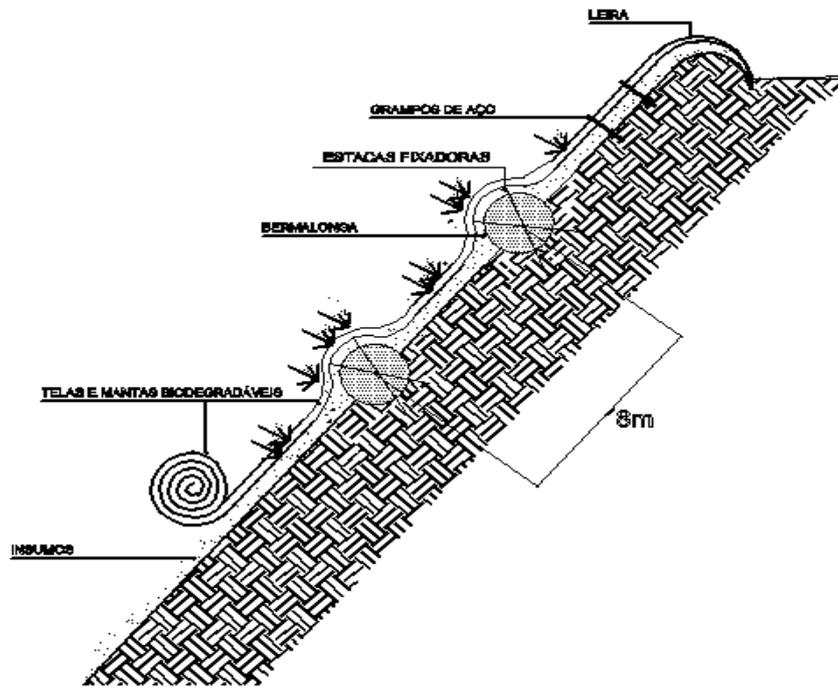


Figura 3.5.5 - Esquema representativo de estabilização com técnicas de bioengenharia utilizando leiras, mantas e retentores orgânicos de sedimento – vista lateral



Retentores Orgânicos de Sedimento

Esse produto é fabricado no exterior sob a denominação comercial de *bio-logs* ou no Brasil sob a denominação de bermalonga e apresentam diâmetro de 0,40m e comprimento de 2,00m. É totalmente drenante e resistente, podendo absorver até 5 vezes o seu peso em água. As características dos retentores e sua implantação serão descritas a seguir.

- Especificação:

Gramatura: 200 Kg/m².

Resistência: 700 KN/m².

Embalagem: Cilindros de 40 cm de diâmetro e 2 m de comprimento.

Peso Cilindro: 50 Kg.

- Instalação:

A aplicação do retentor é feita juntamente com o acerto da erosão, sendo a terra jogada sobre o retentor e este fixado com grampos de aço ou madeira de acordo com a necessidade. A fixação deve ser acompanhada por um técnico, para se determinar a posição e os locais corretos onde serão fixados os retentores, para que se possa obter sucesso no controle da erosão e retenção de sedimentos.

Ancoramento dos Sedimentos

Os sedimentos devem ser ancorados, principalmente após a execução dos serviços. As primeiras chuvas poderão comprometer os trabalhos caso os sedimentos não sejam ancorados. Estes sedimentos serão retidos até que a vegetação se estabeleça.

O ancoramento de sedimentos poderá ser efetuado de várias maneiras com o uso de: gabião, arrimo, terramesh, paliçadas de madeira, paliçadas de retentores orgânicos de sedimento, paliçadas de madeira/retentores. Cada método tem sua função e deverá ser adequadamente escolhido, para se evitar o insucesso nos trabalhos e redução de custos.

Os métodos que utilizam gabião e arrimo já são de conhecimento total do público, por isso não há necessidade de serem descritos nesse projeto.

Mecanismos de Estabilização do Solo Proporcionados por Estruturas de Detenção e Retenção de Sedimentos

Estruturas de detenção e retenção de sedimentos representam a principal ferramenta para controle de erosão em leito de canais e voçorocas. Estas estruturas têm sido utilizadas com sucesso no controle de processos erosivos lineares, há muitas décadas, nos mais diversos países.

O modo básico de estruturas de contenção/retenção de sedimentos consiste em diferentes de barreiras instaladas em sentido transversal ao escoamento. Estas estruturas podem ser compostas de diferentes materiais, como retentores orgânicos de sedimento, madeira imunizada, rochas, concreto, aço, solo-cimento envelopado (normalmente em sacos de polipropileno, dentre outros).

Plano de Revegetação

O plano de revegetação será implantado nos locais diretamente impactados pela implantação da UHE Estreito. Esse trabalho será executado mediante o plantio de mudas de espécies adaptadas ao local, com o uso de gramíneas e leguminosas e mudas florestais, mediante a técnica de sucessão florestal, objetivando enriquecer biologicamente a região do empreendimento, propiciando melhor proteção ao solo e melhores condições de abrigo e alimentação à fauna. Ressalte-se que serão utilizadas espécies nativas da flora nos trabalhos descritos.

Esta é a etapa final dos trabalhos de recuperação de áreas degradadas, e somente deverá ser executada esta atividade após terem sido concluídas todas as correções das erosões, o solo estar devidamente preparado, o taludamento estar tecnicamente adequado, e os dispositivos de drenagem construídos.

Os revestimentos vegetais variam em função de:

- custo de implantação e manutenção;
- recobrimento efetivo da superfície do terreno;

- segurança e eficiência desejada;
- rapidez na instalação;
- declividade do local;
- volume e intensidade do escoamento superficial;
- estética e melhoria do visual.

É interessante salientar que em qualquer dos métodos de revestimento vegetal a eficiência depende exclusivamente da quantidade de insumos aplicada (sementes, matéria orgânica, fertilizantes, corretivos, adesivos e fixação no solo).

Os custos de utilização dos métodos variam em função das quantidades de insumos aplicados, por isso não é difícil decidir sobre o método e os preços destes serviços.

Para as áreas afetadas diretamente pela implantação do canteiro de obras, faremos as seguintes considerações e recomendações:

- Objetiva-se a menor movimentação de solo nas eventuais erosões, necessário à sua estabilização e revegetação com as técnicas de bioengenharia;
- Nos locais onde os estudos não recomendarem inicialmente a reabilitação florestal, serão plantadas espécies herbáceas e arbustivas. Posteriormente, a colonização natural, por dispersão de sementes, poderá fazer com que os espécimes florestais se desenvolvam ali, ou novos plantios poderão ser efetuados;
- Para seleção das espécies vegetais, deverão ser considerados os objetivos de uso futuro da área, sua capacidade de suporte físico e químico, o clima e características fisiológicas das espécies selecionadas, sempre tomando por base a fitofisionomia do ambiente onde se encontra a área a ser trabalhada. O consórcio de espécies herbáceas/arbustivas é considerado benéfico para a operação de recomposição. A seleção das espécies deverá ser orientada para a auto-sustentação.

As principais características desejáveis a essa vegetação são:

- agressividade;
- rusticidade;
- rápido desenvolvimento;
- fácil propagação;
- implantação a baixo custo;
- pouca exigência às condições do solo;
- integração natural na paisagem.

Independentemente do tipo de vegetação a ser utilizado (espécies rasteiras e estoloníferas), para contenção de processos erosivos ou replantio com árvores, serão utilizadas exclusivamente espécies nativas da área de inserção do empreendimento. O quadro abaixo apresenta uma comparação entre vantagens e desvantagens de recobrimento de diferentes estratos vegetais:

Quadro 3.5.4 - Comparação entre os Principais Tipos de Vegetação

Tipo de vegetação	Vantagens	Desvantagens
GRAMÍNEAS	Boa cobertura de superfície; bom efeito paisagístico; boa estabilização para locais inclinados; fácil aplicação; não requer manutenção; tolerante à seca aplicável em solos estéreis e de baixo custo.	Não recobre o solo imediatamente, susceptível à ao fogo; até estabelecer a vegetação pode ocorrer erosão superficial.
GRAMA	Recobre imediatamente o solo; versátil; boa cobertura da superfície; grande efeito paisagístico; boa estabilização para locais planos e semi-planos; de fácil aplicação.	Alto custo; raízes demoram a fixar no solo estéril; raízes rasas; não deve ser usado em locais de inclinação acentuada; requer manutenção periódica; requer podas periódicas e arranque de ervas daninhas.
LEGUMINOSAS	Estabilização fácil; nitrogênio fixo; consorcia-se bem com gramíneas.	Não tolerante em locais estéreis.
ARBUSTOS	Robusto e bastante barato; muitas espécies podem ser semeadas; cobertura de solo significativa; arraigando mais profundamente; baixa manutenção; muitas espécies sempre verdes.	Mais caro a planta; às vezes, difícil de estabilizar.
ÁRVORES	Arraigado significativo; alguns podem ser plantados; nenhuma manutenção uma vez que foram estabilizados.	Longo tempo para estabilizar; crescimento lento; caro.

Escolha de Espécies, Adubação e Fertilização das Áreas a Serem Revegetadas

Aos 60 dias antes do semeio da vegetação, todas as áreas a serem revegetadas terão a aplicação de calcário dolomítico PRNT de 100% na ordem de 4.000 kg/ha, juntamente com 1000 kg/ha de fosfato de araxá.

Serão utilizados no ato do plantio adubo químico NPK (4-14-8) à base de 500 kg/ha, e por ocasião do repasse/adubação de cobertura, 80 Kg/ha de sulfato de amônia e 80 kg/ha de superfosfato simples, que deverá ser aplicado se necessário 60 dias após o semeio. Essa aplicação será determinada caso ocorram falhas de germinação superiores a 30%, ou sinais de debilidade fisiológica como raquitismo e manchas foliares.

A adubação orgânica será feita junto com o semeio, e a adubação química sendo à base de 2.000 kg/ha, de esterco animal.

As sementes a serem utilizadas deverão conter valor cultural mínimo de 80%, devendo-se aumentar os quantitativos preconizados no Quadro de relação de espécies e quantidades a serem utilizadas até a obtenção desse valor cultural.

A seleção das espécies baseou-se em critérios de adaptabilidade edafoclimática, rusticidade, capacidade de reprodução e perfilhamento, velocidade de crescimento e facilidade de obtenção de sementes.

As espécies selecionadas pertencem a duas famílias botânicas, Gramíneas e Leguminosas, que, devido à similaridade quanto às características de interesse, serão descritas assim agrupadas:

Gramíneas

Características de interesse: apresentam crescimento rápido, baixa exigência em fertilidade do substrato e alta capacidade de perfilhamento. Contribuição para a estabilidade do sistema através do fornecimento de matéria orgânica, devido a sua grande capacidade de produção de material vegetativo. As gramíneas promovem freqüentemente associações simbióticas com fungos micorrízicos, promovendo a incorporação substancial de fósforo não-lábil em fósforo lábil nos ecossistemas onde é introduzida.

Leguminosas

Características de interesse: apresentam alta capacidade reprodutiva, baixa exigência em fertilidade. Devido às características de desenvolvimento do sistema radicular, favorecem a captação e reciclagem de nutrientes, presentes em camadas mais profundas do perfil. As leguminosas promovem freqüentemente associações simbióticas com bactérias fixadoras de nitrogênio, promovendo a incorporação substancial de nitrogênio atmosférico nos ecossistemas onde é introduzida. Além disso, espécies como o feijão guandu (*Cajanus cajan*) possuem extrema tolerância à compactação do solo.

Quadro 3.5.5 - Relação de espécies e quantidades a serem utilizadas nos trabalhos de revegetação

Espécie (nome vulgar)	Espécie (nome científico)	Qte (kg/ha) / declividade da superfície a ser revegetada	
		Até 45°	> 45°
Aveia-preta	<i>Avena strigosa</i>	15	30
Braquiária	<i>Brachiaria humidicola</i>	15	30
Braquiarião	<i>Brachiaria decumbens</i>	30	60
Capim Jaraguá	<i>Hypharenia rufa</i>	20	40
Lab-lab	<i>Lab-lab purpureus</i>	20	40
Calopogônio	<i>Calopogonium mucunoides</i>	03	06
Capim-gordura	<i>Melinis minutiflora</i>	07	14
Mucuna preta	<i>Mucuna aterrima</i>	20	40
Soja perene	<i>Gycine weightii</i>	05	10
Feijão guando	<i>Cajanus cajan</i>	15	30
TOTAL		150	300

A introdução de espécies exóticas agressivas como braquiária, por exemplo, será evitada ao máximo. O programa empregará sempre que possível as espécies pioneiras nativas da região, identificadas pelo Programa de Inventário, Resgate e Conservação de Recursos Genéticos Vegetais.

Técnicas de Revegetação

As diferentes técnicas de revegetação em função das áreas onde serão utilizadas no Programa de Recuperação de Áreas Degradadas da UHE Estreito é descrito a seguir.

Hidrossemeadura – Superfícies até 30°.

Entende-se por hidrossemeadura a aspersão por via hídrica de sementes misturadas com adubos minerais, massa orgânica e adesivos. Em função das superfícies dos solos a hidrossemeadura, este método será utilizado em superfícies de solo até 30° de declividade, sua eficiência depende da área em que será aplicada e da quantidade de fertilizantes, mulch, sementes e adesivos aplicados.

A hidrossemeadura deverá ser aplicada em taludes com inclinação de até 30°, sendo que em áreas planas e semi-planas a garantia do sucesso é ainda maior. Em áreas sem focos erosivos e locais onde não há susceptibilidade à erosão superficial, também pode ser aplicada.

Os locais devem estar regularizados e escarificados para que os materiais aplicados não sejam carregados pelas chuvas e enxurradas. É um método de fácil aplicação, rápido, baixo

custo, e obedecendo aos locais que devem receber este método, a revegetação ocorrerá rapidamente. No entanto, este método não protege o solo imediatamente, e nos locais onde há susceptibilidade à erosão, ocorrerá formação de focos erosivos até o estabelecimento da vegetação. Não se consegue aplicar via aquosa uma grande quantidade de materiais sólidos, como esterco, mulch e fertilizantes.

O recobrimento vegetal deverá sofrer adubações de cobertura, até que ocorra o completo estabelecimento e a ciclagem de nutrientes, ponto em que a vegetação será auto-sustentável.

EXECUÇÃO

A hidrossemeadura consiste nas seguintes operações:

- preparo do solo e regularização do terreno;
- preparo do material (ou mistura);
- plantio ou aplicação da mistura;
- irrigação/adubação de cobertura.

O preparo do solo, nos casos de hidrossemeadura, consiste basicamente em executar a escarificação do solo através de ranhuras, do coveamento ou do canaletamento com ferramenta manual, no sentido transversal à declividade do talude, e deverá ocorrer sobre superfícies em que as condições físicas sejam extremamente restritivas.

Operações de manutenção, como combates de pragas por pulverizações e adubações de cobertura deverão ser efetuados cuidadosamente, sem jatos fortes, na forma de "spray" ou de chuvisco leve. Se necessário, deverá ser usado um "bico de pato" na extremidade de saída da mangueira. A irrigação deverá ser feita até que se atinja a umidade numa profundidade de 10cm durante o período necessário para que 50% de sementes germinem.

MISTURA E CARGA DE APLICAÇÃO

A mistura a ser aplicada será aqui dimensionada para 5.000 litros de água, correspondente à carga de aplicação para 2.000m² de superfície de talude. Misturas para tanques de dimensões diferentes destas deverão ser redimensionadas através de proporção.

EQUIPAMENTO

Poderá ser empregado equipamento de hidrossemeadura, cujo aspecto externo é de um caminhão-pipa convencional, com as seguintes características:

- um eixo girador (agitador) com palhetas em seu interior, com a finalidade de agitar e homogeneizar a mistura;
- uma bomba rotativa de alta pressão, de 2.500 rpm, de rotor aberto.

Semeio Manual

O semeio manual tem características semelhantes ao hidrossemeio, diferindo apenas na via de aplicação, que no caso do hidrossemeio, é água. No semeio manual, a semente e os fertilizantes são aplicados a lanço, o que pode ser feito também com o uso de espalhadeiras e semeadeiras mecânicas. Os quantitativos de sementes e fertilizantes serão os mesmos já definidos no item hidrossemeadura. Pode-se aplicar a quantidade de material desejada sem limites.

Pode haver aplicações diferenciadas de quantidades de insumos numa mesma área, ou seja, se algum local apresentar características que necessite de mais sementes ou fertilizantes, basta efetuar a aplicação de quantidades suplementares dependendo da habilidade do semeador.

A semente pode permanecer no campo por muito tempo sem que ocorra a germinação, ao passo que, no hidrossemeio, as sementes são lançadas via aquosa, logo o período de aplicação tem que ser favorável (chuvoso), caso contrário pode ocorrer falhas na germinação.

No entanto, não é um método tão rápido como a hidrossemeadura, porque é totalmente manual.

Palhada de Herbáceas

Este é um processo que pode fazer a combinação da hidrossemeadura ou do semeio manual, e posteriormente aplicar via seca um mulch de palha em toda a superfície do terreno, para proteção imediata e conservação da umidade.

Pode ser aplicado de 1 a 10 t/ha, recobrando totalmente o solo. É aplicado com equipamento específico ou manualmente.

A aplicação da palhada pode ser efetuada nas superfícies de declividades entre 30 e 45°, na proporção variável de 2 a 5 toneladas por hectare.

Este método apresenta as seguintes vantagens:

- Protege imediatamente o solo da erosão superficial;
- conserva a umidade por um longo período de tempo;
- retém as sementes e fertilizantes, evitando o carreamento pelas chuvas;
- protege as sementes da ação de pássaros e animais;
- torna o local mais estético;
- incorpora matéria orgânica e nutriente ao solo.

Deve ser aplicada diretamente no solo através do lançamento manual ou mecânico através de bombeamento hidráulico juntamente com sementes, corretivos e fertilizantes.

BIOMANTAS- PRCE'S - PRODUTOS EM ROLO PARA CONTROLE DE EROSÃO (RECP'S-ROLLED EROSION CONTROL PRODUCTS)

Os PRCE's – Produtos em Rolo para Controle de Erosão. Eles podem ser classificados em degradáveis ou não degradáveis (Austin e Driver, 1995). As mantas de controle de erosão usando geotêxteis podem ser pré-vegetadas ou semeadas. Além disso, podem ser compostas por uma camada dupla ou simples de fibras naturais ou sintéticas entremeadas por sementes, fertilizantes e corretivos, apresenta limitações de uso relativa à especificidade de locais de aplicação e alto custo.

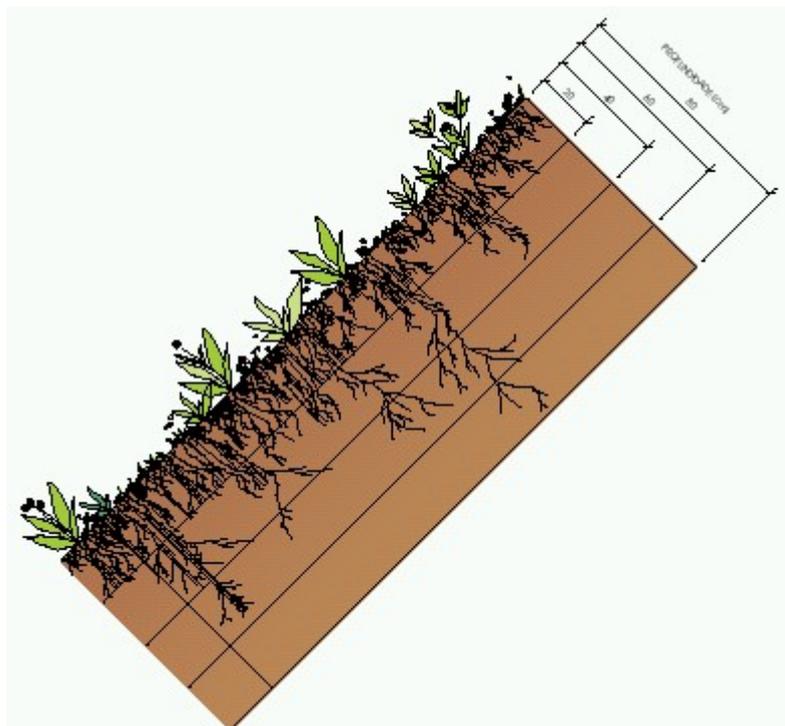
Os primeiros PRCE's foram desenvolvidos nos EUA, utilizando-se de fibras de juta. Atualmente estes produtos são manufaturados a partir das mais diversas matérias-primas como algodão, fibra de coco beneficiada, sisal, turfa, trigo, milho e palhada composta por restos de culturas agrícolas em geral, normalmente tecidas em material sintético composto por polipropileno, polietileno, nylon e outros compostos utilizados no amarrado dos restos vegetais. Dentre as diversas denominações de PRCE utilizadas na literatura especializada, este Programa utilizará, para estes produtos, a denominação de Biomantas.

Existem dois tipos de biomantas: *flexíveis e rígidas*. As biomantas flexíveis possibilitam o estabelecimento e o desenvolvimento da vegetação em condições adversas, uma vez que promovem o ancoramento de fertilizantes e corretivos, a redução da ocorrência de pragas e doenças, a melhoria das condições microclimáticas, proteção contra o impacto das gotas de chuva e redução do escoamento superficial. Com isso, há um aumento na infiltração de água no solo, melhorando ainda mais as condições para o estabelecimento e desenvolvimento da vegetação.

Algumas Biomantas flexíveis compostas de fibras naturais podem reter até 500% do seu peso seco em umidade.

As biomantas rígidas, por sua vez, favorecem o efeito protetor da vegetação por meio do reforço da massa de solo (semelhante ao reforço radicular); pela criação de padrões preferenciais de crescimento em sentido perpendicular; pelo aumento da infiltração de água no solo; pela absorção do impacto de pedestres. Por sua vez, a vegetação favorece a performance dos geotêxteis rígidos pelo ancoramento e fixação do geotêxtil no solo pela formação de uma "teia" de raízes e pela proteção dos geotêxteis contra a degradação por raios ultravioleta.

Figura 3.5.6 - Ancoramento do sistema radicular no solo



Características Básicas

Permeabilidade: Biomantas são permeáveis por serem constituídas de materiais fibrosos desidratados, e permitem absorver teores de unidade até 4 vezes superior ao peso do produto seco. Dessa forma, os sedimentos são retidos e/ou ancorados contribuindo para controlar e impedir avanços dos processos erosivos, manter a umidade e servir como substrato para o desenvolvimento de vegetais.

Flexibilidade: Biomantas são facilmente moldáveis possuindo grande flexibilidade para se adaptarem às mais diversas situações. Os locais a serem trabalhados normalmente são bastante irregulares, por isso os produtos não são rígidos e podem ser emendados sem perder suas características e estética.

Integração Ambiental: Biomantas apresentam perfeita harmonia com o meio ambiente e, imediatamente após sua instalação, nota-se sensível melhora no aspecto visual. Adicionam também matéria orgânica e nutrientes ao solo, e conservam a umidade por longo tempo, melhorando as condições físico-químicas.

Praticidade: São de fácil manuseio, leve e prático, podendo ser aplicadas em locais de difícil acesso e encostas íngremes sem necessidade de equipamentos sofisticados. São práticas para instalação e protegem grandes superfícies de solo com rapidez.

Custo/Benefício: Apresentam custo/benefício adequado, pois oferecem proteção imediata do solo, evitando a perda de nutrientes e sementes, auxiliando na revegetação do local, podendo ser encontrada no mercado a preços competitivos com outras técnicas de revegetação, bem como a outros métodos (engenharia civil) de proteção de taludes.

Adaptabilidade: Biomantas são facilmente adaptáveis aos mais variados tipos de serviços de controle de processos erosivos, proteção e recuperação de taludes, margens de cursos d'água e áreas degradadas. Apresentam formas, dimensões, comprimento e diâmetro variáveis e moldáveis a qualquer situação. Adaptáveis a toda natureza de obras, oferecendo resultados imediatos.

As biomantas fornecem o substrato ideal para germinação, proteção contra predadores, promovem a fixação das sementes, favorecendo ainda os processos metabólicos da germinação pela conservação da umidade e diminuição das variações de temperatura.

Aumento da Capacidade de Troca Catiônica do Solo: A capacidade de troca catiônica do solo é sensivelmente aumentada com a utilização das biomantas, por ocasião da degradação de seu material orgânico. Com a mineralização da matéria orgânica, ocorre a formação de ácidos fúlvicos e colóides, que colaboram para o aumento da superfície específica do solo, elevando a capacidade de retenção e posterior fornecimento de nutrientes para as plantas.

Redução da Erodibilidade do Solo: A mineralização da matéria orgânica constituinte dos PRCE's biodegradáveis favorece a coesão entre as partículas minerais do solo, especialmente pela ação de hidratos de carbono oriundos da decomposição, melhorando a estruturação e por conseguinte reduzindo a erodibilidade do solo, além do fato de que a estrutura da biomanta oferece proteção imediata contra a erosão ocasionada por águas meteóricas ou afluentes..

Degradação Programável: As biomantas, por possuírem composição, gramatura e resistência variáveis, possuem degradação programada ajustáveis à velocidade em que se efetuará a revegetação. Em situações de risco, na qual a ausência temporária de vegetação poderá causar danos consideráveis; por exemplo, deve-se utilizar biomantas de degradação lenta e gramatura elevada, assim como em locais menos exigentes poderá ser utilizada biomanta biodegradável de decomposição rápida e gramatura baixa.

Diminuição da Evaporação da Água do Solo: O processo de evapotranspiração é consideravelmente reduzido, devido à criação de um microclima entre a biomanta biodegradável e o solo, pela eliminação corrente de ar na interface solo-atmosfera e absorção do calor que incidiria diretamente sobre o solo. Atua ainda médio prazo através da deposição de matéria orgânica no solo, que promove a absorção da água do solo devido à sua elevada higroscopicidade, ficando esta água contudo, disponível para a vegetação.

Redução da Insolação Direta Sobre o Solo: A insolação direta sobre o solo pode causar redução considerável dos índices de infiltração da água de chuva e do escoamento superficial, com conseqüências diretas no aumento dos índices de erosão. A insolação direta pode causar ainda lesões e até a morte da vegetação, especialmente nas fases iniciais de desenvolvimento desta pela queima do caule e folhas das plantas. As biomantas efetuam a absorção das ondas curtas da radiação solar, e por possuírem condutividade

térmica menor do que os solos, atuam como isolante térmico, protegendo o solo e a vegetação introduzida.

Retenção dos Insumos Aplicados: O arranjo geométrico, os métodos de fixação e o preparo adequado do substrato a ser revegetado garantem a retenção dos insumos necessários para a revegetação, como sementes, adubos e corretivos, já que em superfícies não planas e naquelas sujeitas à escorrimento superficial, na maioria das vezes são necessárias operações de ressemeio e readubações, devido ao carreamento descensional dos insumos pelo escorrimento superficial ao longo da superfície do solo.

Além da redução dos processos de carreamento de adubos e corretivos do solo, a manutenção da umidade no solo e a ocorrência de menores variações de temperatura favorecem a permanência dos nutrientes no solo, que poderiam ser volatilizados (como o nitrogênio), ou carreados pelo escorrimento superficial.

Redução do Escorrimento Superficial da Água: As Biomantas atuam como dissipadores de energia do escorrimento superficial, já que ao manterem contato direto com o solo, fornecem obstáculo ao escoamento, reduzindo a velocidade do escorrimento superficial, eliminando a ação erosiva deste.

Redução da Ocorrência de Geadas: A gênese de geadas, decorrente do resfriamento da umidade do ar, comum em maiores latitudes e altitudes, é reduzido pelo efeito de isolamento térmico proporcionado pelas Biomantas.

Aumento da Infiltração de Água no Solo: Através da melhoria das condições físico-químicas do solo, devido aos efeitos imediatos de proteção contra a insolação e evapotranspiração, o que impede o processo de encrostamento da camada superficial do solo, facilitando a infiltração da água de chuva e do escorrimento superficial. Com a incorporação da matéria orgânica oriunda da decomposição das biomantas, ocorre a melhoria das condições estruturais e o aumento da porosidade efetiva do solo, ocasionando aumento considerável dos índices de infiltração.

Redução da Erosividade da Chuva: O impacto das gotas de chuva (*raindrop impact*) é responsável, em alguns casos, por até 98% dos processos de mobilização de sedimentos. Em solos arenosos, essa ação é ainda mais intensa, devido à estruturação deficiente destes, fazendo com que após eventos pluviométricos de intensidade acentuada seja verificada intensa perda de solos, mesmo em locais planos. As biomantas promovem a interceptação do impacto direto da chuva, eliminando estes efeitos.

Facilita a Absorção de Nutrientes: A absorção de minerais essenciais para os processos fisiológicos da vegetação envolve a disponibilização destes na forma de compostos assimiláveis pelas plantas e a dissolução destes compostos na solução do solo, para então serem absorvidos pelas raízes por processos ativos (com gastos energéticos pela planta) ou passivos (através da absorção da água do solo). As Biomantas, ao manterem a umidade do solo e reduzirem o *stress* hídrico da vegetação, atuam em sinergismo para a otimização de ambos processos de absorção.

Redução da Evapotranspiração: Concomitante aos efeitos de redução da evaporação da água no solo, a vegetação desenvolvida sob as biomantas é submetida em menor

intensidade ao *stress* hídrico, já que a temperatura do solo sofre menores variações, reduzindo a evapotranspiração local.

Ampliação do Período de Plantio: As biomantas quando utilizadas em conjunto com espécies tolerantes à seca, favorecem a condensação do orvalho, que de outra maneira seria evaporado para a atmosfera, ficando indisponível para a vegetação. As biomantas atuam ainda, na retenção da umidade proveniente de irrigações ou chuvas esporádicas, otimizando o aproveitamento da água disponível no solo.

Melhoria imediata do aspecto visual das áreas degradadas e/ou erodidas: Áreas sujeitas à processos erosivos, mesmo nos estágios iniciais são extremamente desfavoráveis visualmente, passando uma idéia de que aquelas áreas estão abandonadas, ou sem os devidos cuidados necessários. A instalação dos PRCE's biodegradáveis promove a melhoria imediata do aspecto visual destas áreas, que com o crescimento da vegetação, garantem a adequação visual *ad infinitum* de áreas degradadas.

Rapidez no Recobrimento Vegetal: A melhoria das condições fisiológicas, a redução da perda dos insumos e a criação de um microclima favorável à vegetação fazem com que a revegetação efetuada em sinergismo com a aplicação de PRCE's biodegradáveis apresentem desenvolvimento rápido, com redução do tempo necessário para o estabelecimento e desenvolvimento da vegetação, atingindo em menor tempo o recobrimento de solos.

Elimina a Emissão de Particulados para a Atmosfera: Solos com estruturação deficiente, compostos de material sujeito ao carreamento eólico como dunas instáveis, áreas de disposição de rejeitos industriais, minerações, dentre outras podem ser controladas com a aplicação dos PRCE's biodegradáveis, preferencialmente em sinergismo com a revegetação destes locais.

Favorece os Processos Naturais de Revegetação: Propágulos de espécies endêmicas do local, provenientes do solo ou de agentes dispersores, encontram, sob os PRCE's biodegradáveis, ambiente favorável ao desenvolvimento e estabelecimento, contribuindo para o aumento da biodiversidade da área a ser recuperada.

Os PRCE's biodegradáveis podem ser aplicados diretamente sobre a superfície que se deseja proteger ou após o semeio/plantio de vegetação com finalidades estéticas, ambientais, e para estabilização de solos.

Método de Aplicação

Acerto e regularização do terreno

A superfície do talude deve ser regularizada, a fim de proporcionar maior contato possível do material com o solo exposto. 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. As concavidades do terreno e as negatividades dos taludes devem ser removidas, para evitar a formação de novos focos erosivos e desmoronamentos.

Preparo do Solo

Após a regularização da superfície do talude e o sistema de drenagem estiver construído, inicia-se o preparo do solo, que consiste em efetuar o microcoveamento, ou seja, a abertura de pequenas covas, umas próximas das outras, com profundidade suficiente para reter todos os insumos a serem aplicados, tais como fertilizantes, corretivos, mulch, adesivos e sementes. Estes insumos podem ser aplicados manualmente ou por via aquosa (hidrossemeadura). A quantidade dos insumos a ser aplicada deve ser previamente estabelecida pelo técnico responsável pelo projeto.

Aplicação da Biomanta

As biomantas vêm acondicionadas em bobinas. A aplicação deve ser iniciada pelo topo do talude, desenrolando-se a bobina, fixando-a e moldando-a sobre uma valeta escavada com 10 cm de largura e 10 cm de profundidade, deixando ultrapassar 20 cm além da valeta. A ancoragem é realizada com o grampeamento da biomanta no fundo da valeta e em seguida é aplicado solo compactado manualmente. Aplicam-se fertilizantes e sementes, dobra-se os 20 cm excedentes da biomanta sobre a valeta e promove-se sua fixação com grampos com espaçamento mínimo a cada 40 cm, em toda a extensão da largura da biomanta. Esta fixação no topo do talude é preponderante para a performance do produto.

As bobinas devem ser estendidas (desenroladas) sempre no sentido da declividade do talude. Sua fixação, bem como a quantidade e especificação dos grampos, deve seguir a recomendação técnica estabelecida no projeto, em função do material e inclinação do talude.

Os transpasses laterais das biomantas devem ser de 3 a 5 cm, e a sobreposição (transpasse) longitudinal deverá ser de no mínimo 5 cm. O grampeamento nos transpasses deverá ter espaçamento mínimo de 30 cm.

Fixação das Biomantas

A boa fixação das biomantas garantirá o sucesso do trabalho. Esta fixação poderá ser feita com grampos de aço, madeira, bambu ou polivinil, de tamanhos e formas variadas, devendo ser aplicada conforme detalhado em projeto, de acordo com as características específicas do local a ser protegido ou recuperado (Quadro 3.5.6).

É importante salientar que quanto melhor for à fixação da biomanta ao solo, maior segurança será conferida ao projeto. A fixação inadequada da biomanta gerará dificuldade para que a vegetação a ultrapasse o que poderá gerar focos erosivos no local de má aderência, devido ao escoamento livre da água na superfície do talude, sem contato com a biomanta.

Quadro 3.5.6 - Tipos e características dos grampos para fixação das biomantas

Grampos	Tipo	Comprimento dos Grampos (cm) e Uso em Taludes (corte / aterro)					
		5,0	7,5	10,0	15,0	20,0	30,0
Aço		Corte	Corte	Corte	Aterro	Aterro	-
Bambu		-	-	Corte	-	Aterro	Aterro
Madeira		-	-	-	Aterro	-	Aterro
Polivinil		Corte	Corte	Corte	Aterro	Aterro	Aterro

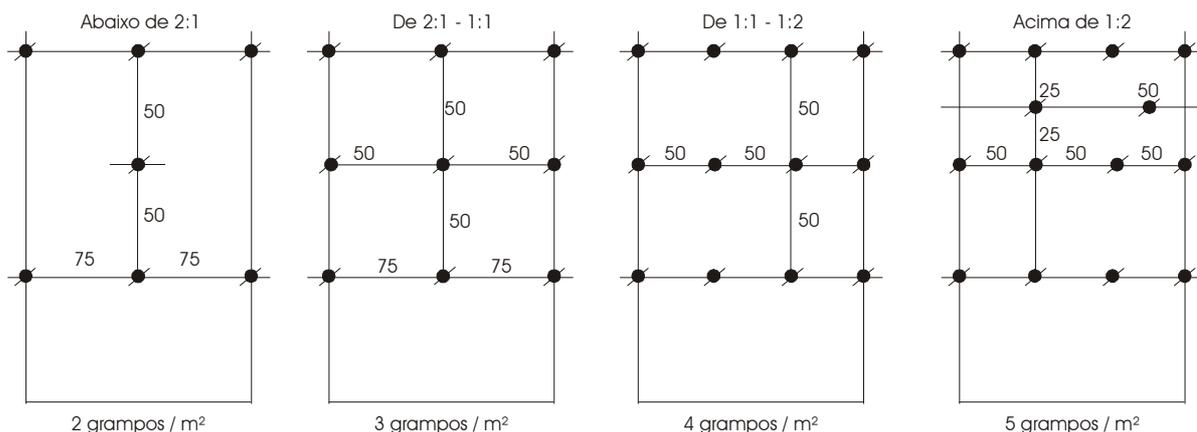
O número de grampos por unidade de área depende da inclinação do talude, suscetibilidade à erosão, tipo do material, segurança requerida para o local e regularização da área.

Os taludes já totalmente regularizados exigem menor rigor na fixação. Taludes parcialmente regularizados, sem regularização, de grande inclinação ou com grande suscetibilidade à erosão, devem utilizar um maior número de grampos por área.

Em solos não coesos e arenosos deverão ser utilizados grampos mais compridos.

Os esquemas a seguir mostram como fixar adequadamente as biomantas, de acordo com a inclinação dos taludes (H:V).

Figura 3.5.7 - Esquema de fixação das biomantas, em função da declividade dos taludes



Especificações de Biomantas a Serem Utilizadas nos Trabalhos de Recuperação Ambiental

Tela Fibrax 300 UF

Produto: constituído em 100% por fibras de coco, entrelaçadas juntamente com uma rede de polipropileno, por meio de costura longitudinal por processo industrial, com fios resistentes degradáveis de polipropileno, com espaçamento de 5 cm entre os fios e de 6 cm entre os pontos, formando uma trama que confere ao produto resistência e qualidade. Fornecido com 1,5 m de largura e 33,4 m de comprimento, enrolado em bobina com 0,35 m de diâmetro, embalado por filme plástico.

Características*:

Gramatura 300 g / m²

Peso da bobina 15 kg

Longevidade 30 – 48 meses

Resistência à tração 60 kgf / m

* Dados com variação de + / - 10%

Aplicações: projetos de bioengenharia, áreas degradadas, projetos residenciais e paisagísticos, aeroportos, polidutos, ferrovias, rodovias, campos e gramados, proteção de aterro sanitário, proteção de cursos d'água e drenagens de médio fluxo. Indicado para taludes de corte e aterro de até 60° de inclinação, locais onde se deseja proteção prolongada e solos de média suscetibilidade à erosão. Efeito paisagístico de grande destaque.

Tela Fibrax® 300BF

Produto: constituído em 100% por fibras de coco, entrelaçadas e incorporadas em redes de polipropileno nos dois lados, por meio de costura longitudinal por processo industrial, com fios resistentes degradáveis de polipropileno, com espaçamento de 5 cm entre os fios e de 6 cm entre os pontos, formando uma trama que confere grande resistência ao produto. Fornecido com 1,5 m de largura e 33,4 m de comprimento, enrolado em bobina com 0,35 m de diâmetro, embalado por filme plástico.

Características*:

Gramatura 300 g / m²

Peso da bobina 15 kg

Longevidade 36 – 48 meses

Resistência à tração 65 kgf / m

* Dados com variação de + / - 10%

Aplicações: projetos de bioengenharia, áreas degradadas, projetos residenciais e paisagísticos, aeroportos, poldutos, ferrovias, rodovias, campos e gramados, proteção de aterro sanitário, proteção de cursos d'água e drenagens de médio a alto fluxo. Indicado para taludes de corte e aterro de até 60° de inclinação, locais onde se deseja proteção prolongada e solos de média a alta suscetibilidade à erosão. Efeito paisagístico de grande destaque.

Tela Fibrax® 400BF

Produto: constituído em 100% por fibras de coco, entrelaçadas e incorporadas em redes de polipropileno nos dois lados, por meio de costura longitudinal por processo industrial, com fios resistentes degradáveis de polipropileno, com espaçamento de 5 cm entre os fios e de 6 cm entre os pontos, formando uma trama que confere grande resistência ao produto. Fornecido com 1,5 m de largura e 33,4 m de comprimento, enrolado em bobina com 0,40 m de diâmetro, embalado por filme plástico.

Características*:

Gramatura 400 g / m²

Peso da bobina 20 kg

Longevidade 48 – 60 meses

Resistência à tração 70 kgf / m

* Dados com variação de + / - 10%

Aplicações: projetos de bioengenharia, áreas degradadas, projetos residenciais e paisagísticos, aeroportos, poldutos, ferrovias, rodovias, campos e gramados, proteção de aterro sanitário, proteção de cursos d'água, revestimento de canais e drenagens alto fluxo. Indicado para taludes de corte e aterro de 60° de inclinação ou superiores, locais onde se deseja proteção prolongada e solos de alta suscetibilidade à erosão. Efeito paisagístico de grande destaque.

Tela Sintemax 600TP

Produto: biomanta antierosiva de palha tridimensional, constituída 100% de palha

Características:

Gramatura 600 g / m²

Peso da bobina 45 kg

Longevidade permanente

Resistência à tração 640 kgf / m

Dados com variação de + / - 10%

Aplicações: projetos especiais para mitigar grandes distúrbios ambientais, projetos de bioengenharia, proteção de margens de cursos d'água e reservatórios hidráulicos, rodovias, ferrovias, aeroportos, polidutos, drenagens de alto fluxo, minerações, áreas pantanosas, brejos, taludes de corte e aterro de qualquer inclinação, solos com grande suscetibilidade à erosão, proteção de aterro sanitário e resíduos industriais. Efeito paisagístico moderado a alto.

Tela Sintemax® 500TM

Produto: constituído por 70% de fibras vegetais desidratadas e dilaceradas (palha agrícola) e 30% de fibras de coco, entrelaçadas e incorporadas em redes de polipropileno nos dois lados e uma terceira malha sintética estável à ação dos raios ultravioleta, por meio de costura longitudinal por processo industrial, com fios resistentes de polipropileno, com espaçamento de 5 cm entre os fios e de 6 cm entre os pontos, formando uma trama que confere alta resistência e longevidade ao produto. Fornecido com 1,5 m de largura e 25,0 m de comprimento, enrolado em bobina com 0,50 m de diâmetro, embalado por filme plástico.

Características*:

Gramatura 800 g / m²

Peso da bobina 30 kg

Longevidade > 60 meses

Resistência à tração 680 kgf / m

* Dados com variação de + / - 10%

Aplicações: projetos especiais para mitigar grandes distúrbios ambientais, projetos de bioengenharia, proteção de margens de cursos d'água e reservatórios hidráulicos, rodovias, ferrovias, aeroportos, polidutos, drenagens de alto fluxo, minerações, áreas pantanosas, brejos, taludes de corte e aterro de qualquer inclinação, solos com grande suscetibilidade à erosão, proteção de aterro sanitário e resíduos industriais. Efeito paisagístico moderado a alto.

Tela Sintemax® 400TF

Produto: constituído em 100% por fibras de coco, entrelaçadas e incorporadas em redes de polipropileno nos dois lados e uma terceira malha estável à ação dos raios ultravioleta, por meio de costura longitudinal por processo industrial, com fios resistentes de polipropileno, com espaçamento de 5 cm entre os fios e de 6 cm entre os pontos, formando uma trama que confere alta resistência e longevidade ao produto. Fornecido com 1,5 m de largura e 25,0 m de comprimento, enrolado em bobina com 0,40 m de diâmetro, embalado por filme plástico.

Características*:

Gramatura 700 g / m²

Peso da bobina 27 kg

Longevidade Permanente

Resistência à tração 690 kgf / m

* Dados com variação de + / - 10%

Aplicações: projetos especiais para mitigar grandes distúrbios ambientais, projetos de bioengenharia, proteção de margens de cursos d'água e reservatórios hidráulicos, rodovias, ferrovias, aeroportos, poldutos, drenagens de alto fluxo, minerações, áreas pantanosas, brejos, taludes de corte e aterro de qualquer inclinação, solos com grande suscetibilidade à erosão, proteção de aterro sanitário e resíduos industriais. Efeito paisagístico de grande destaque.

Tela Sintemax® 400AF

Produto: constituído em 100% por fibras de coco, entrelaçadas e incorporadas em redes de polipropileno nos dois lados e uma terceira malha metálica, por meio de costura longitudinal por processo industrial, com fios resistentes de polipropileno, com espaçamento de 5 cm entre os fios e de 6 cm entre os pontos, formando uma trama que confere alta resistência e longevidade ao produto. Fornecido com 1,5 m de largura e 25,0 m de comprimento, enrolado em bobina com 0,40 m de diâmetro, embalado por filme plástico.

Características*:

Gramatura 700 g / m²

Peso da bobina 27 kg

Longevidade > 60 meses

Resistência à tração 640 kgf / m

* Dados com variação de + / - 10%

Aplicações: projetos especiais para mitigar grandes distúrbios ambientais, projetos de bioengenharia, proteção de margens de cursos d'água e reservatórios hidráulicos, rodovias, ferrovias, aeroportos, poldutos, drenagens de alto fluxo, minerações, áreas pantanosas, brejos, taludes de corte e aterro de qualquer inclinação, solos com grande suscetibilidade à erosão, proteção de aterro sanitário e resíduos industriais. Especialmente indicada para projetos que requeiram um biotêxtil com grande resistência inicial. Efeito paisagístico de grande destaque.

Geomanta Reforçada MacMat R®

MacMat R® é uma tela de alta resistência formada pela combinação de um painel de malha hexagonal de dupla torção com uma manta tridimensional de filamentos de polipropileno que é integrada durante o processo de fabricação.

MacMat R® é um material para controle de erosão que é simultaneamente de alta resistência e de baixo impacto ambiental, protege o solo contra os efeitos nocivos da erosão facilitando o crescimento da vegetação. É indicado para obras de estabilidade de taludes, canalizações e outras áreas suscetíveis a processos erosivos.

Manta Vegetal Projetada

A Manta Vegetal Projetada (MVP) é um produto que utiliza a técnica da hidrossemeadura e tem como diferencial a vantagem de ser moldada no próprio local de aplicação, adaptando-se às condições do terreno, cobrindo ravinamentos e erosões como se fosse um tecido.

a) Plantio: Após o preparo do solo, caso seja necessário ou se for possível, executa-se o semeio por meio do processo de Hidrossemeadura (caminhão pipa com moto bomba e agitador interno) utilizando Mulch Orgânico Natural, Mulch Orgânico Processado, Fixador NF-13, Adubação Química, Orgânica, Sementes de Gramíneas e Leguminosas.

b) Confecção da Manta: Executada através de Equipamento de Hidrossemeadura com Mulch Orgânico Natural, Mulch Orgânico Processado e com fixadores NF-13 e NF-15, formando uma Argamassa Vegetal, sendo aplicado com uma mangueira, em quantas demãos forem necessárias, para formação de uma camada vegetal orgânica homogênea suficiente para proteção em cima do plantio já executado, criando assim condições ideais para o desenvolvimento da vegetação.

Revegetação com espécies arbóreas

Produção de mudas

As mudas necessárias para a revegetação das áreas identificadas na UHE ESTREITO serão produzidas em viveiro no canteiro de obras a partir de sementes colhidas pelo CONSTRUTOR nas áreas desmatadas.

Escolha das espécies

O critério de escolha de espécies é direcionado para utilização das espécies nativas da região, buscando principalmente o resgate de parte do germoplasma da área do reservatório e seu entorno. As espécies típicas da região já identificadas nos trabalhos ambientais prévios estão listadas na tabela 01 deste relatório, e deverão compor um mínimo de 80% do total da composição quali e quantitativa das mudas de árvores a serem utilizadas.

Coleta de sementes

A coleta de sementes das espécies nativas para produção de mudas será realizada pela equipe do Programa de Inventário, Resgate e Conservação de Recursos Genéticos Vegetais. A coleta de sementes no campo será realizada acompanhando o ciclo de florada e maturação das diversas espécies nativas. As sementes coletadas receberão tratamento diferenciado conforme técnicas recomendadas pela EMBRAPA/CENARGEN.

Viveiro de mudas

O viveiro de produção de mudas será instalado no próprio canteiro de obras, tendo uma área a céu aberto e outra área sombreada com material sintético apropriado (sombrite), adequando o ambiente do viveiro às características fisiológicas das espécies propagadas.

O dimensionamento do viveiro atenderá à demanda anual de mudas necessárias à revegetação das áreas, de acordo com cronograma de liberação do uso nas obras e previsão de introdução das mudas no campo.

As mudas no viveiro serão plantadas em substrato compatível com a espécie, acondicionadas em sacos plásticos dispostos em canteiros demarcados na superfície do solo.

A produção de mudas no viveiro acontecerá durante todo o ano, mas será concentrada no período de agosto a setembro, coincidindo com a maturação das sementes de grande parte das espécies nativas.

As sementes coletadas e germinadas até setembro serão utilizadas no período agrícola de plantio, isto é, de novembro a janeiro. Deste modo, ocorrerá uma variação no porte das mudas disponíveis para o plantio, sem riscos ao seu estabelecimento na área, por estarem as mesmas adaptadas às condições edafoclimáticas.

Correção de solo para o plantio das mudas

A correção do solo visa fornecer de forma equilibrada os macro e micro elementos nutrientes essenciais ao desenvolvimento das espécies plantadas nas áreas reconformadas.

A recomendação de adubação e calagem será embasada nas análises físico-químicas dos solos das áreas identificadas e do grau de exigência das espécies quanto a fertilidade de solo.

As informações disponíveis sobre a nutrição de espécies nativas são escassas com experimentos limitados a algumas espécies. Considerando a diversidade das espécies nativas e as variações nas condições de solo, bem como as interações existentes entre genótipo e ambiente, torna-se difícil chegar às recomendações de adubação específicas para cada espécie.

Vários autores têm indicado recomendações gerais para correção da fertilidade em plantios mistos com espécies nativas, obtendo resultados satisfatórios.

Com base nessas recomendações, será adotada a mesma prática para uso de corretivos e fertilizantes no solo durante a revegetação das áreas propostas.

Análises físico-químicas de solos

Deverão ser coletadas amostras de solo nas áreas identificadas, antes da alteração do perfil do solo.

Adubação

O quadro a seguir apresenta níveis médios recomendados de nutrientes (macro e micro) para as espécies vegetais nativas da região.

Quadro 3.5.7 - Níveis Médios Recomendados de Nutrientes em mg/100g de solo, ph adimensional, P em ppm

P (Res.)	40-80	K	60-180	Fe	40-80	Ca/Mg	2-5	Ca/CTC	48-60
P (Mel)	10-30	S	10-20	Mn	20-40	Ca/K	15-20	Mg/CTC	16-20
B	0,4-0,8	Mg	0,5-1,5	Zn	2,0-4,0	Mg/K	3-5	K/CTC	3-5
Mat.Org.	1,5-3,0	Ca	2,0-5,0	Cu	1,2-2,4	PH/H ₂ O	6,0-6,5	PH/CaC ₁₂	5,5-6,0

A recomendação de adubação será feita em três níveis, e sua aplicação será na cova de plantio:

- Nível 1 - Espécies exigentes em nutrientes (ocorrem apenas em solos mesotróficos).
- Nível 2 - Espécies medianamente exigentes em nutrientes.
- Nível 3 - Espécies pouco exigentes quanto a fertilidade do solo (ocorrem preferencialmente em solos distróficos).

Recomendação de adubação - (Fertilizante /fórmula NPK 10-10-10).

Quadro 3.5.8 - Níveis de adubação no plantio de mudas de árvores

Níveis de adubação	Recomendação/ha	Aplicação por cova
Nível 1	334 kg	150 g
Nível 2	223 kg	100 g
Nível 3	112 kg	50 g

O adubo deverá ser misturado no solo proveniente da abertura das covas.

Calagem

A recomendação de aplicação de calcário está embasada na metodologia utilizada pela EMBRAPA, de onde se obtêm a seguinte equação.

$N.C = 2 - \text{Teor de Ca} + \text{Mg}$. Sendo N.C a necessidade de calagem, e os teores de Ca e Mg fornecidos pela análise de solo.

Estes cálculos visam fornecer uma diretriz para correção dos solos analisados, sendo necessário o monitoramento do comportamento das mudas no campo, identificando necessidade de eventuais ajustes.

O calcário utilizado será dolomítico, e sua aplicação deverá acontecer durante o preparo das covas, antecedendo o plantio em pelo menos um mês.

Recomendação de calagem (Considerando 100% de PRNT):

Na aquisição do calcário com a informação do PRNT do produto, calcular a real quantidade necessária.

$$N.r.c = \frac{R.c \times 100}{V.p}$$

V.p

Sendo:

N.r.c = Nova recomendação de calcário.

R.c = Recomendação de calcário considerando produto com 100% de PRNT.

V.p = Valor do PRNT do calcário adquirido.

Plantio

O plantio será iniciado depois de cumpridas todas as etapas de preparo do terreno, abertura e preparação de covas, sendo limitado ao período compreendido entre outubro e janeiro. Esse é o período da distribuição das chuvas ao longo do ano na região.

Distribuição e densidade de mudas no campo

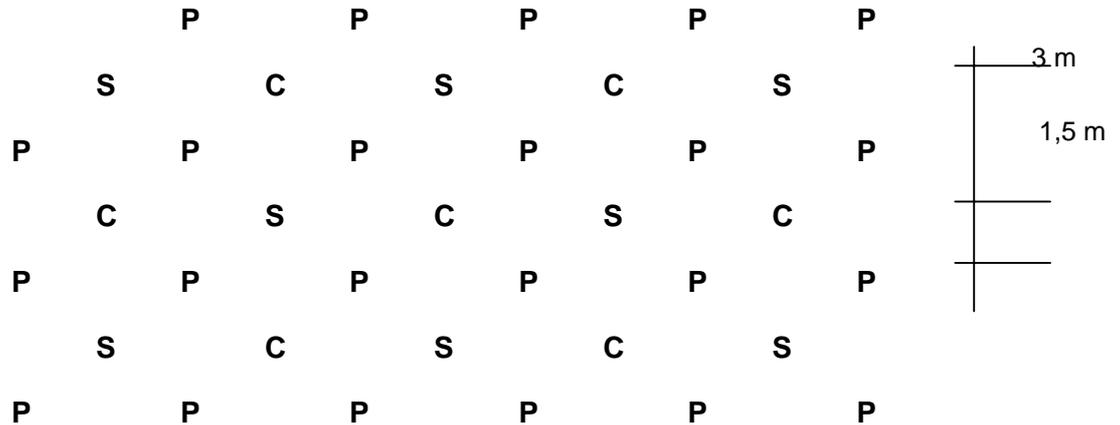
As mudas serão plantadas em linhas acompanhando as curvas de nível com espaçamento de 3 metros entre plantas, e de 1,5 metros entre linhas dispostas em forma de quincôncio (grupo de cinco plantas em que quatro formam um quadrado e uma ocupa o centro do mesmo), conforme a figura abaixo.

A densidade de plantas com este espaçamento será de aproximadamente 2.222 plantas por ha, distribuídas na seguinte proporção quanto ao grupo ecológico a que pertencem, sendo:

- 50 % Pioneiras

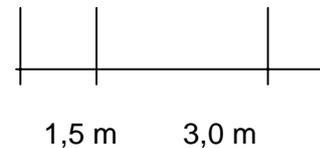
- 25% Secundárias inicial e tardia
- 25% Clímax.

Layout de distribuição das mudas no campo



Legenda:

C = Clímax; **P** = Pioneiras; **S** = Secundárias



Nesta disposição, a densidade de mudas por hectare é superior à densidade da região, que apresenta de 1300 a 1500 indivíduos por hectare, para indivíduos lenhosos com diâmetro, na base, superior a 3 cm.

Abertura e adubação de covas

As covas serão abertas com uso de ferramentas manuais (enxadão, cavadeira, alavanca e pá), ou com uso de equipamento (retroescavadeira), com dimensões de 40 x 40 x 40 cm, sendo o adubo e calcário pesados conforme recomendação acima, misturados ao solo proveniente da escavação.

Esta operação deverá ser realizada preferencialmente 30 dias antes do plantio das mudas.

Manutenção da revegetação

São medidas adotadas posterior ao plantio das mudas nas áreas revegetadas, até seu estabelecimento.

Tratos culturais

Área de Atuação: Energia

DIREITOS RESERVADOS CNEC

Página: 3.5 44

Revisão: 2

Data: 14/09/05

São práticas de cultivo necessárias para o desenvolvimento dos indivíduos introduzidos nas áreas revegetadas até o seu estabelecimento. Os tratos culturais são divididos em:

- Adubação.
- Controle de pragas e insetos.
- Limpeza de coroamento.
- Aceiramento.

a) Adubação de cobertura

A adubação de cobertura visa suprir eventuais deficiências nutricionais e acelerar o desenvolvimento das mudas no campo, favorecendo o seu estabelecimento.

Esta adubação será realizada em 30 a 45 dias após o plantio das mudas, e no ano seguinte, no início do período chuvoso.

O adubo deverá ser colocado no solo escarificado, de forma circular, sob a projeção da copa das plantas. O Quadro a seguir apresenta três níveis de adubação de cobertura, de forma similar aos mesmos níveis de adubação na ocasião do plantio.

Para as espécies de nível 3, de adubação no plantio, a cobertura só será indicada se forem observados sintomas de deficiência.

Quadro 3.5.9 - Recomendação de adubação de cobertura nos 3 níveis (1/2/3)

Produto -nome comercial	Quantidade por ha (1/2/3)	Quantidade por cova (1/2/3)
Uréia (45% N)	45 kg / 30 kg / 15 kg	20 g / 13,5 g / 6,5 g
Fosfato de Araxá (24% P ₂ O ₅)	67 kg / 44 kg / 22 kg	30 g / 20 g / 10 g
Cloreto de potássio (60% de K ₂ O)	50 kg / 33 kg / 16 kg	22 g / 15 g / 7,5 g

Obs.: As recomendações de nível 3 são facultativas e indicadas nos casos de deficiência nutricional.

b) Controle de insetos e pragas

Combate às Formigas

- Dentre as diferentes pragas que atacam os povoamentos florestais e áreas reabilitadas com vegetação, destacam-se as formigas cortadeiras, saúvas e quenquéns. Essas formigas precisam ser combatidas nas etapas de desenvolvimento da vegetação. Um sauveiro adulto, com cerca de três anos de idade, consome por ano uma tonelada de folhas para se manter. As formigas podem e chegam a causar perdas de 100% em plantios comerciais florestais. O combate deverá ser feito em três etapas, o combate inicial, o repasse e a ronda.

- O combate inicial será realizado dois meses antes do plantio em toda a área a ser trabalhada, ultrapassando-a numa faixa de 100 metros de largura, para dentro das terras confrontantes. Existem diferentes produtos para combate às formigas cortadeiras, com destaque para os pós secos, gases, iscas e líquidos termonebulizáveis. Os principais princípios ativos encontrados no mercado são a sulfluronamida, o endosulfan, o oxicloreto de cobre, o diflubenzuron, o fenitrotrion, o chlorpirifós, o fention e deltametrina.,

Nesta etapa inicial, o combate será feito utilizando-se de líquidos termonebulizáveis à base de fosforados, poderão ser utilizados, com recomendação de uso de 3ml de produto /m² de formigueiro.

- Com o uso de termonebulizador, que consiste de um motor de dois ou quatro tempos, estacionário ou móvel, equipado com dispositivo denominado queimador, que é acoplado diretamente à saída dos gases do escapamento do motor. A função desse dispositivo é receber, continuamente, pequena quantidade do produto termonebulizável em estado líquido, transformando-o em fumaça, que é injetada nos canais dos formigueiros por meio de tubos flexíveis. O termonebulizador deve ser utilizado seguindo-se os seguintes passos:

- fazer funcionar o motor;
- esperar esquentar o queimador;
- acelerar a máquina até o terceiro ponto (3/4 da aceleração máxima);
- colocar a ponta do tubo no olheiro;
- abrir a torneira de saída do formicida;
- tapar todos os olheiros por onde saia a fumaça;
- fazer funcionar a máquina por mais um minuto, após se certificar de que não está mais saindo fumaça em nenhum olheiro;
- fechar a torneira de formicida;
- deixar a máquina funcionando por mais um minuto;
- reduzir a aceleração ou desligar o motor;
- retirar a ponta do tubo do olheiro e tapar este olheiro;
- reiniciar o processo em outro olheiro.

As vantagens da termonebulização estão associadas ao uso em todas as épocas do ano, dispensa qualquer preparo prévio de formigueiros, dispensa cálculos de dosagem, requer baixo consumo de formicida, tem a mesma eficiência para formigueiros ativos ou amuados, apresenta eficiência de 100%, e tem o menor custo de aplicação quando comparado com os demais métodos de combate.

Para o repasse a ser feito juntamente com o plantio, o combate será feito à base de isca granulada Mirex ou similar, com 0,45% de princípio ativo, que deverá ser aplicada à base de 3kg/ha em média. O aplicador não deverá tocar diretamente na isca, sendo a mesma aplicada ao longo dos carregadores. Esse método não deve ser usado em dias de chuva e em área com gado. A aquisição desse agrotóxico ou outros recomendados, deverá ser feita com base na emissão do receituário agrônomo, conforme dispõe a legislação. Periodicamente durante os próximos dois anos, mensalmente durante os primeiros seis meses, e semestralmente após, deverá ser feita a ronda, que consiste na operação de combate durante a fase de implantação do povoamento.

c) Limpeza de coroamento

Esta prática tem por finalidade reduzir a competição de ervas daninhas invasoras prejudiciais ao desenvolvimento das mudas recentemente plantadas.

O controle de ervas daninhas será efetuado com uma capina de coroamento das plantas e uma roçada manual nas áreas que apresentarem o problema.

d) Aceiramento

Nas áreas que apresentarem riscos de queimadas serão feitos aceiros nos perímetros das áreas revegetadas ao final das chuvas.

Replântio

Na avaliação do stand no campo, havendo mortalidade, será realizado o replântio seguindo as recomendações iniciais de adubação, mantendo-se o grupo ecológico a qual a muda substituída pertencia.

Esta operação deverá ser realizada no mesmo ano agrícola do plantio, se ainda houver chuvas ou for possível irrigar.

Cercas

Devido aos trabalhos a serem executados na área em recuperação, todo o local deverá ser cercado.

Característica da cerca

Optou-se, devido às diversas atividades desenvolvidas no entorno e objetivando maior segurança, pela cerca mista com 6 fios de arame com mourões de madeira imunizada. A cerca com 6 fios é recomendada para corredores de fazendas e estradas. Optou-se também pela cerca mista com o uso de dois fios de arame liso (os dois primeiros a partir do solo) para possibilitar a circulação de animais de pequeno porte.

Especificações:

- Altura do primeiro fio: 1,35 do solo
- Espaçamento entre fios: 25/5x22

- Espaçamento entre mourões: 6 mts
- Mourões de madeira imunizada.

ARAME

Arame farpado

- Ser zincado
- Resistência à ruptura de 350 Kgf
- Atender a NBR 6317/82

Arame liso

- Ser zincado
- Resistência à ruptura de 600 Kgf
- Atender a NBR 6317/82

Madeiras

A cerca deverá ser feita com mourões de madeira imunizada com as seguintes especificações:

- Esticadores: 25 cm de Ø e altura de 2,50 mts.
- Mourões intermediários ou lascas: 10 cm de Ø e altura de 2,50.

Acessórios

- Grampos galvanizados
- Distanciadores de aço ou balancins

CONSTRUÇÃO

Alinhamento

Toda cerca é feita por lance. Cada lance deve ser balizado para que cada trecho da cerca seja o mais retilíneo possível. O lance corresponde ao trecho entre dois mourões esticadores. O trecho a ser cercado deverá ser medido. Depois deverá marcar a posição dos mourões ou palanques e das estacas.

Colocação das madeiras

Os esticadores deverão ser colocados em uma distância máxima de 50 m um do outro. Deverá abrir um buraco no solo com diâmetro mais próximo do esteio. Para fixação do mourão, deverá ser colocada uma escora ou mão francesa. No meio da cerca, o mourão

deverá ser escorado dos dois lados. Nas mudanças de direção, uma terceira escora deverá ser colocada no lado de dentro da curva. A colocação dos mourões intermediários se faz da mesma forma que os esticadores. A distância entre cada mourão intermediário deverá ser de 6 m.

Colocação dos arames

O arame deve ser colocado a partir dos arames de cima para baixo evitando que o arame se enrole. O arame farpado não deve ser esticado com grande tensão como é feito com arame liso.

Fixação dos grampos

A fixação dos grampos deve ser feita após tensionar o arame batendo-o em sentido oblíquo e de cima para baixo do mourão. Cuidado especial para não pressionar o arame removendo a camada zincada de proteção contra corrosão.

Colocação dos distanciadores

Os distanciadores ou balancins deverão ser colocados após a fixação com os grampos a cada 1,5 m de distância.

Proteção contra descarga elétrica

As cercas de arame, de um modo geral são um bom condutor de eletricidade, o que é recomendado a precaução para evitar acidentes com pessoas e animais.

A ABNT através da norma NBR 5433/82, padroniza o seccionamento e aterramento de cercas. O aterramento pode ser feito através de haste de aterramento, utilizando uma cordoalha de aço com 6,4 mm de Ø enroscando-a nos fios de arame da cerca. Nas cercas próximas à rede elétrica (30 mts), deve-se fazer o isolamento e aterramento a cada 250 mts. Em casos de cercas transversais, a rede de distribuição deverá isolar e aterrar um lance de 60 mts.

Plano de Conscientização Ambiental

Um dos maiores problemas constatados nos empreendimentos que estão associados à geração/mitigação de impactos ambientais é que, muitas vezes, mesmo contratando-se consultoria capacitada para desenvolver os estudos e projetos necessários, e obtendo-se o licenciamento ambiental, os conhecimentos e recomendações gerados não são difundidos entre o seu público interno, encarregado da implementação das medidas recomendadas.

Diante dessa constatação, considera-se necessário implementar, como um dos principais projetos constantes deste Plano, o desenvolvimento de um conjunto de ações destinadas a informar e treinar adequadamente todo o pessoal envolvido com a atividade de reabilitação da área do canteiro de obras da UHE Estreito . Deverão ser explicitados todos os aspectos legais envolvidos com essa atividade, bem como a forma correta e as responsabilidades individuais e coletivas quanto à implementação das ações previstas neste documento.

Dessa forma, do gerente administrativo, até o mais simples trabalhador, todos saberão qual

o impacto ambiental da atividade onde trabalham, quais as medidas mitigadoras que devem ser tomadas, como fazê-lo, a importância da atuação dos órgãos ambientais, o que diz a legislação afeta, a importância da reabilitação proposta, dentre outros aspectos relevantes.

Nesse sentido, propõe-se que o projeto de conscientização ambiental tenha sua implementação com base em apresentações para todo o corpo gerencial, administrativo e operacional da contratada, do conteúdo das principais legislações ambientais que afetam o empreendimento, do papel dos órgãos de acompanhamento e controle ambiental federais, estaduais e municipais, e dos compromissos constantes deste Plano. A implementação desse Plano será realizada em parceria com o Programa de Atendimento Médico-Sanitário e de Educação Ambiental e Sanitária aos Trabalhadores da Obra.

Cada novo empregado deverá passar por este treinamento, que será um item do processo admissional, e marcará o compromisso claro da contratada com um gerenciamento ambientalmente correto.

Além desse treinamento, o pessoal operacional deverá ser devidamente orientado sobre a forma de implementar as medidas mitigadoras constantes desse Plano, evitando a situação onde a linha de frente da exploração avança, completamente dessintonizada das orientações técnicas ambientais constantes deste documento.

Antes do início dos serviços, todo o pessoal da empresa deverá assistir a apresentação, que deverá ser feita por técnicos especialistas da UHE Estreito. Os demais treinamentos deverão ser de responsabilidade da Contratada.

Para os confrontantes deverão ser realizadas estratégias de abordagem baseadas em visitas, com o propósito de esclarecer sobre a reabilitação da área de empréstimo, os serviços que serão realizados, a importância ambiental desta atividade, e os cuidados com a prevenção aos incêndios florestais que os vizinhos podem tomar, além de orientações quanto a proibição de caça e colocação de gado na área.

Placas deverão ser colocadas com os seguintes dizeres: UHE Estreito - PROPRIEDADE PARTICULAR - ÁREA EM REABILITAÇÃO AMBIENTAL, com o propósito de informar do domínio da área e da atividade de recuperação nela desenvolvida.

3.5.6 Produtos e Resultados Esperados

O principal produto deste PRAD é a plena recuperação ambiental dos sítios degradados pelas obras de implantação da UHE Estreito.

3.5.7 Indicadores Ambientais

O monitoramento das atividades do Programa de Proteção e Recuperação Ambiental das Obras deverá ser realizado pelo acompanhamento das diversas atividades, tais como produção de mudas no viveiro, controle das áreas revegetadas, entre outras. Alguns dos indicadores ambientais que podem ser utilizados são:

- Número de mudas produzidas no viveiro.
- Focos de erosão recuperados.
- Número de áreas de empréstimo recuperadas.
- Número de áreas de bota-fora recuperadas.
- Número de hectares recompostos.
- Número de hectares reflorestados na área das obras.
- Número de sítios recompostos.
- Percentagem de recuperação de cada sítio.

3.5.8. InterRelação com Outros Programas

O Programa de proteção e recuperação ambiental nos sítios das obras do UHE Estreito apresentará estreita interface com os seguintes programas:

Programa de Gerenciamento e Monitoramento Ambiental

Programa de Controle Ambiental na Fase de Construção

Programa de Revegetação das Margens do Reservatório

Programa de Inventário, Resgate e Conservação de Recursos Genéticos Vegetais

Programa de Atendimento Médico-Sanitário e de Educação Ambiental e Sanitária aos Trabalhadores da Obra

Programa de Monitoramento de Pontos de Instabilização de Encostas e Taludes Marginais

Plano Diretor do Reservatório

Programa de Monitoramento Hidrogeológico

Programa de Monitoramento Sismológico

Área de Atuação: Energia

DIREITOS RESERVADOS CNEC

Página: 3.5 51

Revisão: 2

Data: 14/09/05

Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas

3.5.9. Atendimento a Requisitos Legais

A recuperação ambiental das áreas degradadas pelas obras será executada de acordo com as normas de engenharia para sua implementação.

3.5.10. Responsáveis pela Execução do Programa

Este programa é de responsabilidade do empreendedor, incluindo a concepção, detalhamento e implantação. Poderá haver parcerias com instituições públicas (secretarias municipais, órgãos ambientais) e/ou privadas / organizações não governamentais. Ele será executado em parceria com o Programa de Inventário, Resgate e Conservação de Recursos Genéticos Vegetais e o Programa de Atendimento Médico-Sanitário e de Educação Ambiental e Sanitária aos Trabalhadores da Obra, no que tange a educação ambiental dos trabalhadores da obra.

Os órgãos responsáveis pela aprovação das instalações de canteiro e alojamento e do Plano de Restauro devem ser responsáveis pela adequada fiscalização da implantação dos projetos.

3.5.11. Recursos Humanos, Materiais e Financeiros

Recursos Humanos

Engenheiro florestal
Engenheiro agrônomo
Técnicos
Tratorista
Serventes

Recursos Materiais

Trator e implementos agrícolas
Caminhão
Veículo leve
Caminhonete 4x4
Mudas e sementes

Recursos Financeiros

A estimativa preliminar dos custos para execução deste programa é de R\$ 1.200.000,00 (um milhão e duzentos mil reais). O cronograma de desembolso financeiro previsto é apresentado no capítulo 4 deste PBA.

3.5.12. Responsáveis pela Elaboração do Programa

LEME Engenharia

Victória Tuyama Sollero

CREA 28683/D-MG

IBAMA 212382

Carlos Alberto Pimenta Ferreira

CREA 14871/D-MG

IBAMA-7301

Cláudia Márcia de Paula

CREA –MG-79287/D

IBAMA 726815

3.5.13. Bibliografia

ALMEIDA, F.F.M. - Aspectos Gerais da Geologia da Bacia do Alto Paraná “, SSGAP, 1983.

ANDRADE, M. A. de - Aves Silvestres de Minas Gerais - Belo Horizonte 1992 - 176 pp.

ASSOCIAÇÃO PARANAENSE DE ENGENHEIROS FLORESTAIS/ FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ. Curso de Recuperação de Áreas Degradadas -, Volumes 1 e 2, Curitiba 1993

BRITO GALVÃO, T.C. de - Mecânica de Solos II - Notas de Aula. Depto. de Geotecnia e Transportes, Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1998. 122 pp.

CNEC Engenharia, 2004, Estudos Complementares ao *EIA-RIMA da UHE Estreito*, São Paulo.

CNEC Engenharia S. A., 2002, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental – EIA/RIMA da Usina Hidrelétrica de Estreito. São Paulo.

CHRISTOPHER, B. R. e Holtz, R. D. (1985). Geotextile Engineering Manual, Federal Highway Administration, no. DTF H 61-80-c-00094.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS – CFSEMG.

RECOMENDAÇÕES PARA O USO DE FERTILIZANTES E CORRETIVOS EM MINAS GERAIS – 5ª Aproximação. Viçosa, 1999.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - Recomendação para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais; 3ª aproximação, EPAMIG,1978 (80p).

CONTROLE DE EROÇÃO EM ESTRADAS RURAIS. COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL CATI- Governo do estado de São Paulo-1993

CPRM - Projeto Vida Belo Horizonte, 1995.

- CORRÊA, A. A .M- Mecanização dos serviços agrícolas, Seleções agrícolas, Rio de Janeiro, junho de 1967.
- EPAMIG - Informe Agropecuário número 12 (135/136) Março/Abril de 1986, Belo Horizonte, 140 pp.
- FUTAI, M.M. - Estudo Teórico Experimental do Comportamento de Solos Tropicais Não-saturados: Aplicação a um Caso de Voçorocamento“, Tese de Doutorado, COPPE/UFRJ, 2002.
- DNPM - Coletânea de Trabalhos Técnicos sobre o Controle Ambiental na Mineração, 1985
- EITEN, C. - Classificação da Vegetação do Brasil - CNPQ - Brasília 1983
- FEIRBIGIER, G. Bedload Management on Torrent Control by Functional Check Dams. Em: "Contributions to Research on Torrent Erosion and Avalanches", IUFRO Subject Group S1.04-00 Mittellungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, Wien, 325-32. 1986
- FHWA, - Geotextile Engineering Manual contract No. DTF H 61-83-c-00150, March 917 p. 1985.
- FERRI, M. G. - Plantas do Cerrado - São Paulo 238 pág. 1969.
- FRITZ, P. & Fontes, J.C. – Handbook of environmental isotope geochemistry. Elsevier Scientific, Amsterdam, vol1, 545p. 1980.
- GALETI, P. A. - Conservação do Solo, Reflorestamento, Clima, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, - Campinas- 286 pp. 1985.
- GIROUD, J. P. - International Conference on the Use of Fabrics in Geotechnics. Paris. 1977.
- GIROUD, J. P. - Filter Criteria for Geotextiles. Proceedings of the 2^{ns}. 1982 International Conference on Geotextiles, Las Vegas.
- GIROUD, J. P. - Geotextiles and Geomembranes: Definition, Properties and Designs. IFAI Publ., Saint Paul, MN. 1984.
- IBRAM - Mineração e Meio Ambiente: Impacto e Formas de Controle - 2o ed. rev. Belo Horizonte, 1987
- INFORME AGROPECUÁRIO - Cerrado - Vol. 15 n° 168 - 1991
- KOERNER, G. R. and R. M. Koerner. Biological Clogging of Geotextiles Used as Landfill Filters, First Year's Results, 1989.
- KOERNER, R. M. - Designing with Geosynthetics. Second Edition. Prentice-Hall. 1990.
- KOSTADINOV, S -. Check dams in the torrent control practice in Serbia: former and present experiences and future perspectives. IECA Soil Stabilization Series, Vol. 3: Methods and

Techniques for Stabilizing Gullies and Using Check Dams. International Erosion Control Association, Steamboat Springs, CO. 507-22. 1998.

Máquinas e implementos agrícolas, INFORME AGROPECUÁRIO, 1987.

MANTOVANI, E, C – Compactação de solo, Informe agropecuário, Viçosa, MG, 1987.

SEMA/MINTER - Grupo de Trabalho de Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração, 1989.

SILVEIRA, G.M. da - O preparo do Solo: Implementos corretos, Publicações Globo, Rio de Janeiro, 1988. 243 pp.

SOWERS, G. F. (1979) - Introductory soil Mechanics and Foundation Engineering,

TESTA, A. - Mecanização no desmatamento – Ed. Agronômica Ceres, 1983, São Paulo 314pp

VELOSO, H. P. *et alli* - Classificação da Vegetação Brasileira - IBGE -Rio de Janeiro 1991 – 124 pág.

3.5.14. Cronograma Físico

As instalações de canteiros de obras e alojamentos deverão ser aprovadas pelos órgãos ambientais antes do início das obras. A execução do Plano de Restauo deverá ser iniciada imediatamente após o término da exploração das áreas. A execução dos plantios deve ocorrer imediatamente após o término do uso das áreas degradadas pelas obras e imediatamente após o preparo das áreas.

Essas ações podem ocorrer ainda no período das obras, no caso de recomposição em taludes, e quando do esgotamento de cada área de empréstimo e de bota-fora. Apresenta-se a seguir um cronograma preliminar das obras previstas.