

### Tratamento ambiental de áreas de uso de obras e do passivo ambiental de áreas íngremes ou de difícil acesso pelo processo de revegetação herbácea - Especificação de serviço

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES

DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E PESQUISA

INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS

Rodovia Presidente Dutra, km 163  
Centro Rodoviário – Vigário Geral  
Rio de Janeiro – RJ – CEP 21240-000  
Tel/fax: (21) 3371-5888

**Autor:** Diretoria de Planejamento e Pesquisa / IPR

**Processo:** 50.607.006.739/2005-97

**Aprovação pela Diretoria Colegiada do DNIT na reunião de 11/07/2006.**

*Direitos autorais exclusivos do DNIT, sendo permitida reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte (DNIT), mantido o texto original e não acrescentado nenhum tipo de propaganda comercial.*

Palavras-chave:	Nº total de páginas
Meio ambiente, tratamento ambiental, áreas íngremes ou de difícil acesso, revegetação herbácea.	23

#### Resumo

Este documento define a sistemática para ser usada no tratamento ambiental de áreas afetadas pelo uso ou degradadas pela implantação de obras rodoviárias e do passivo ambiental de áreas classificadas como íngremes ou de difícil acesso. Trata ainda de controle e inspeção, medição e pagamento. Inclui um álbum de fotografias.

#### Abstract

This document defines the procedures to be employed in the environmental approach to areas having been damaged by road works and environmentally liable areas, both of which are described as steep or difficult to reach. It also deals with control and inspection, measurement and payment. It includes an album of photos.

#### Sumário

Prefácio.....	1
1 Objetivo.....	1
2 Referências normativas e bibliográficas.....	2
3 Definições.....	2
4 Condições gerais.....	4

5 Condições específicas.....	5
6 Controle e inspeções.....	17
7 Medição.....	18
8 Pagamento.....	18
Anexo A – Ilustrações de soluções para áreas degradadas.....	19
Índice geral.....	23

#### Prefácio

A presente Norma foi preparada pela Diretoria de Planejamento e Pesquisa para servir como documento base na definição da sistemática para ser empregada no tratamento ambiental de áreas afetadas pelo uso ou degradadas pela implantação de obras rodoviárias e de áreas do passivo ambiental de áreas classificadas como íngremes ou de difícil acesso. Esta Norma incorpora e complementa a DNER-ES 341/97 – Proteção do Corpo Estradal – Proteção Vegetal e está baseada na Norma DNIT 001/2002 – PRO.

#### 1 Objetivo

Definir e fixar a sistemática a ser usada na execução do tratamento ambiental de áreas afetadas pelo uso ou degradadas pela implantação de obras e do passivo ambiental de áreas classificadas como íngremes ou de

difícil acesso, utilizando-se como cobertura das mesmas o processo de revegetação herbácea, que se constitui no plantio de espécies vegetais gramíneas e leguminosas.

As áreas que se enquadram nesta classificação são as áreas dos taludes de cortes, aterros e de bota-foras, paredes de erosões e áreas voçorocas.

O tratamento ambiental quanto ao processo de plantio poderá ser a lanço de sementes (manual); por hidrossemeadura (conjugação de processo manual com o mecanizado) ou mesmo totalmente manual pelo plantio de mudas de gramíneas e leguminosas em placas de grama ou leivas (contínuas ou interrompidas).

## 2 Referências normativas e bibliográficas

### 2.1 Referências normativas

A presente Norma Ambiental é concernente aos procedimentos desenvolvidos nas seguintes especificações:

- a) DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. *DNER-EM 036/95*: cimento Portland – recebimento e aceitação: especificação de serviço. Rio de Janeiro, 1997.
- b) \_\_\_\_\_. *DNER-EM 037/97*: agregado graúdo para concreto de cimento: especificação de serviço. Rio de Janeiro, 1997.
- c) \_\_\_\_\_. *DNER-EM 038/97*: agregado miúdo para concreto de cimento: especificação de serviço. Rio de Janeiro, 1997.
- d) \_\_\_\_\_. *DNER-ES 278/97*: terraplenagem – serviços preliminares: especificação de serviço. Rio de Janeiro, 1997.
- e) \_\_\_\_\_. *DNER-ES 279/97*: terraplenagem – caminhos de serviços: especificação de serviço. Rio de Janeiro, 1997.
- f) \_\_\_\_\_. *DNER-ES 281/97*: terraplenagem – empréstimos: especificação de serviço. Rio de Janeiro, 1997.
- g) \_\_\_\_\_. *DNER-ES 341/97*: proteção do corpo estradal – proteção vegetal: especificação de serviço. Rio de Janeiro, 1997.
- h) DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. *DNIT 036/2004 -ME*: pavimento rígido – água para amassamento do concreto de cimento Portland –

ensaios químicos: método de ensaio. Rio de Janeiro, 2004.

### 2.2 Referências bibliográficas

Para o bom entendimento desta especificação deverão ser consultados os documentos a seguir nomeados, no que concerne ao combate ao processo erosivo, recuperação de áreas degradadas e do passivo ambiental:

- a) DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. *Diretrizes básicas para atividades rodoviárias ambientais: escopos básicos / instruções de serviço*. 2. ed. Rio de Janeiro, 2005.
- b) \_\_\_\_\_. Manual para atividades rodoviárias ambientais. Rio de Janeiro, 2006.

## 3 Definições

### 3.1 Adesivos

São constituídos de hidro-asfalto ou substâncias colantes para aderir a mistura pastosa à superfície do solo.

### 3.2 Adubação

É o processo de distribuição manual e incorporação de adubos e fertilizantes ao solo, para correção das deficiências nutritivas do mesmo em relação às necessidades das espécies vegetais que serão plantadas.

### 3.3 Análise laboratorial dos solos sob aspectos edáficos e pedológicos

É a caracterização do solo através de ensaios laboratoriais para determinação da sua composição química e física, objetivando determinar seu grau de fertilidade, suas deficiências de nutrientes para as plantas, sua granulometria, de modo a se propor um padrão de adubação e nutrientes necessários ao bom desenvolvimento da vegetação plantada. Os ensaios laboratoriais se constituem na determinação dos teores de alumínio trocável, cálcio e magnésio, fósforo disponível, potássio trocável e teores de matéria orgânica.

### **3.4 Áreas íngremes ou de difícil acesso**

São as constituídas pelos taludes dos cortes, aterros e dos bota-foras, áreas erodidas ou voçorocadas, cuja declividade é superior a 30%, não permitindo, portanto, a sua mecanização.

Da mesma forma, podem ser incluídas nesta classificação o relevo natural de encostas de difícil acesso e sujeitas ao processo erosivo, quer naturais ou induzidos.

### **3.5 Calagem do solo**

É a atividade que se constitui na distribuição manual de calcário dolomítico na superfície do talude e sua incorporação ao mesmo pelo coveamento, na proporção indicada pela sua necessidade edáfica e pedológica objetivando a correção da acidez.

### **3.6 Camada protetora**

É constituída de mulch ou capim picado, palha de arroz ou serragem de madeira para garantia a proteção imediata da superfície do solo, aderindo ou colando ao mesmo e funcionando como um escudo contra a ação das intempéries (chuva e ventos), permitindo também a fixação das sementes e da mistura acima referida, associada à umidade devida até a germinação das mesmas.

### **3.7 Coveamento**

É a atividade manual de se executar pequenas covas ou cavidades individuais na superfície do talude, objetivando permitir a retenção de pequena porção de sementes ou leivas, adubos e nutrientes.

Irrigação é o processo mecanizado de distribuição d'água na área revegetada, em forma de chuvisco, que favorecerá a germinação das sementes e o crescimento vegetativo das espécies vegetais plantadas.

### **3.8 Hidrossemeadura**

É o processo de implantação das espécies vegetais, por meio de jateamento de sementes sobre o solo, consistindo o jateamento na aplicação hidromecânica de uma massa aquosa ou pastosas composta por adubos ou fertilizantes e nutrientes, consorciação de sementes, matéria orgânica (esterco), camada protetora e

adesivos, que objetivam a germinação das sementes, e cuja composição tem o traço característico determinado pelas necessidades de correção do solo e de nutrição da vegetação a ser introduzida.

### **3.9 Leivas**

São pequenas porções de gramíneas e leguminosas com solo em suas raízes, transplantadas diretamente do campo ou de um viveiro, para o local de implantação e dispostas em leiras ou filas.

### **3.10 Passivo ambiental**

É constituído por áreas anteriormente utilizadas, quer na construção primitiva da rodovia, quer pelos serviços de conservação e manutenção rodoviária, e que não tiveram o tratamento ambiental devido, originando danos ou perdas ambientais aos patrimônios físico, biótico ou antrópico da região onde se insere a rodovia, enquadrando-se algumas dessas áreas na declividade anteriormente definida.

### **3.11 Plantio**

É o processo de aplicação das espécies vegetais no solo para germinação ou reprodução, crescimento ou desenvolvimento vegetativo objetivando a cobertura total da área nua ou degradada, através da utilização de sementes, leivas, placas ou mudas.

### **3.12 Placas de grama**

São porções maiores de gramíneas e leguminosas com solo em suas raízes, transplantadas diretamente do campo ou de um viveiro, podendo ser plantadas de modo contínuo ou com interrupções, desde que sejam grampeadas no solo e objetivam a proteção imediata da área nua ou degradada.

### **3.13 Regularização manual de taludes de cortes, de aterros, de bota-foras e de paredes de erosões em material de 1ª categoria**

É a conformação geométrica da superfície dos mesmos e a remoção do material solto eventualmente existente, constituindo-se este movimento de terra no máximo 15 a 20 centímetros.

### **3.14 Revegetação herbácea cobertura ou revestimento vegetal**

É o plantio de espécies vegetais constituídas por gramíneas consorciadas com leguminosas.

### **3.15 Rip-rap de solo cimento**

É o dispositivo interceptante construído de sacos de plástico ou aniagem, cheios de solo local misturado com cimento em proporções devidas para a sua consistência e dispostos formando uma parede como se fosse alvenaria, de modo a funcionar como uma contenção de peso contra o fluxo d'água das chuvas.

### **3.16 Rip-rap de solo vegetal**

Constitui a superfície de proteção de diques construídos de solo local compactado, revestidos de tela metálica ou plástica. Este tipo de contenção está previsto para ser aplicado na recomposição de superfícies danificadas por sulcos erosivos, cicatrizes de ruptura superficial ou mesmo como barreira de contenção de bota-fora.

### **3.17 Septos ou diques**

São barramentos interceptantes construídos no talvegue da voçoroca, objetivando a redução do gradiente do fluxo das enxurradas no mesmo, podendo ser constituídos por muretas de pedra arrumada, pedra argamassada, rip-rap de solo cimento, solo local revestido de sacos com solo vegetativo (RIP-RAP Vegetativo) e tela metálica ou plástica, de madeira roliça entrelaçada ou amarrada ou madeira em caibros e ripas.

### **3.18 Sulcamento**

É o processo manual de executar na superfície do talude rasgos ou sulcos contínuos, preferencialmente segundo as curvas de nível do terreno, de modo a permitir o plantio de sementes ou mudas e a incorporação de calcário ou adubo. Estes sulcos são denominados também de leivas

### **3.19 Tratamento ambiental**

É o conjunto de ações, procedimentos ou atividades que objetivam a conformidade legal ou adequação à Legislação Ambiental pertinente às áreas degradadas

pelo uso da construção de obras, através de sua reabilitação ambiental e tornando-as aptas para o retorno do uso primitivo.

## **4 Condições gerais**

O fundamento do tratamento ambiental das áreas afetadas pelo uso das obras ou degradadas pela implantação das mesmas, ou ainda áreas do passivo ambiental é baseado na conjugação de dois fatores distintos que se interagem, ou seja, no relevo ou topografia do local onde se executa a atividade de construção rodoviária e no processo de plantio da revegetação herbácea que objetiva a cobertura da área afetada.

Quanto ao relevo ou topografia do local, o tratamento ambiental poderá se classificar em áreas planas ou de pouca declividade, ou em áreas íngremes ou de difícil acesso, estas últimas objeto da presente Norma.

A revegetação herbácea se fundamenta no plantio da consorciação de sementes ou mudas de gramíneas e leguminosas objetivando, principalmente, o eficiente e duradouro controle do processo erosivo que se instala nas áreas nuas afetadas pelas obras, ao qual se associa o bom aspecto visual para integração destas áreas e do próprio corpo estradal ao Meio Ambiente circundante.

A revegetação herbácea através do plantio da consorciação de sementes ou mudas de gramíneas e leguminosas objetiva principalmente o eficiente e duradouro controle do processo erosivo que se instala nas áreas nuas de uso do canteiro de obras, ao qual se associa o bom aspecto visual para integração destas áreas e do próprio corpo estradal ao Meio Ambiente circundante.

O processo erosivo intenso do solo, resultado da ação desordenada dos fluxos das águas fluviais sobre solos de estrutura silte-arenosa, desprotegidos de vegetação, dá origem às voçorocas, que nada mais são que erosões gigantescas, cuja continuidade do processo é permanente. A origem da voçoroca, de modo geral é a concentração do fluxo d'água pluvial nesta classe de solo, devido à ruptura de dispositivo de drenagem superficial, ou também, em áreas de jazidas onde extensas áreas são suprimidas de sua vegetação pelo desmatamento, concentrando nos locais mais baixos,

quantidade d'água em proporções tais, que desenvolvem o processo erosivo intenso.

Da mesma forma, nos taludes dos cortes, aterros e bota-foras não tratados por revegetação e desprotegidos de sistema de drenagem superficial, seja por deficiência ou rompimento do mesmo, estão sujeitos ao processo erosivo manifestado através de sulcos, ravinas ou voçorocas.

As conseqüências da evolução do processo erosivo são danosas do meio ambiente, especialmente pelo assoreamento dos talwegues ou áreas adjacentes à jusante do processo erosivo, inviabilizando o uso do solo ou o aproveitamento dos mananciais.

As atividades para o sucesso e a eficácia no controle do processo erosivo procedido pela revegetação herbácea, envolvem algumas providências preliminares concernentes ao solo e às espécies vegetais, independentes do processo adotado, a seguir descritas:

Quanto ao solo, a sua análise edáfica e pedológica objetivando caracterizar os aspectos de sua fertilidade, através dos índices de acidez e toxidez; suas deficiências de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, enxofre, boro, manganês e magnésio. Neste sentido as empresas EMBRAPA, EMATER, através de seus representantes em cada Estado, possuem estudos já realizados e o mapeamento do solo em boa parte do território nacional, fornecendo a orientação necessária gratuitamente aos interessados, bem como, em casos particulares poderão ser feitos análises laboratoriais adicionais para definição do padrão de adubação e seleção das espécies vegetais mais indicadas.

Quanto às espécies vegetais deverão ser procedidos testes de germinação das sementes selecionadas e a eficiência do padrão de adubação indicado no item anterior, e em se tratando de mudas ou vegetação já existente, deverá ser verificada seu vigor, sua sanidade, seu verdume, sua rusticidade de acordo com as normas e especificações agro-pecuárias.

Na seleção das espécies vegetais para a formação da consorciação, não se pode perder de vista o escopo principal da revegetação, que é o eficiente e duradouro controle do processo erosivo, conjugado ao bom aspecto visual, o baixo custo de execução e de manutenção, associados a aquisição fácil no comércio, às quais se acrescentam outras características desejáveis e de relevância com se seguem:

- a) rápido desenvolvimento inicial;
- b) hábito de crescimento estolonífero;
- c) persistência;
- d) tolerância aos solos ácidos e tóxicos;
- e) resistência à seca, ao fogo e às pragas;
- f) consorciabilidade;
- g) propagação por sementes de fácil aquisição comercial;
- h) tolerância ao encharcamento do solo ou a inundação temporária;
- i) eficiente fixação de nitrogênio, no caso das leguminosas.

## 5 Condições específicas

Estas condições são pertinentes a cada método de revegetação, seja ele mecanizado ou manual, ou ainda a conjugação dos dois, apresentando-se nos materiais, nos equipamentos e nas execuções as diferenciações para a revegetação citada.

### 5.1 Materiais

São os materiais necessários à execução da revegetação herbácea das áreas muito inclinadas ou de difícil acesso .

#### 5.1.1 Adubos, fertilizantes e calcários

- a) adubo orgânico constituído da mistura do solo orgânico natural (top soil) com esterco bovino ou avícola, curtido na proporção de 50% cada parte;
- b) adubo químico NPK (nitrogênio, fósforo e potássio) na proporção necessária e suficiente ao solo, em função da análise edáfica e pedológica do mesmo, bem como os nutrientes que completam a adubação necessária. (enxofre, boro etc.);
- c) calcário dolomítico para correção da acidez do solo, na proporção necessária a elevação do pH do mesmo ao índice de 5,5, com aplicação máxima de 1,5 t/ha devido ao custo elevado além deste teto.

### 5.1.2 Espécies vegetais

Espécies vegetais de gramíneas e leguminosas na forma de sementes, mudas ou leivas e placas de acordo com o processo selecionado, na proporção indicada pelos estudos edáfico e pedológico do solo, e de fácil aquisição no comércio.

As sementes a serem utilizadas deverão conter referências à porcentagem de pureza e ao poder germinativo. A seleção das espécies deve se basear em critérios de adaptabilidade edafo-climática, rusticidade, capacidade de reprodução e perfilhamento, velocidade de crescimento e facilidade de obtenção de sementes.

As espécies selecionadas pertencem a duas famílias botânicas, Gramineae e Leguminosae que, devido à similaridade quanto às características de interesse, serão descritas assim e agrupadas conforme relação a seguir, ressaltando-se que os estudos edafopedológicos são os melhores indicadores para seleção das espécies.

Considerando a disponibilidade do comércio, grupa-se na consorciação da ordem de 3 a 4 tipos de sementes de gramíneas e 3 a 4 tipos de sementes de leguminosas, as quais se completam quanto às características botânicas e visuais planejadas.

**Tabela 1 – Gramíneas**

<b>Espécies selecionadas:</b>	Braquiaria Humidicola, Decumbens ou Brizantha Paspalum notatum (grama Batatais) Axonopus Obtuzifolius Eragrostis Curvula (capim chorão) Milinis Minitiflora (capim gordura ou meloso) Lolium Multiflorum (azevêm) Setária anceps (capim sectária)
-------------------------------	---

As características de interesse agrônomo destas espécies se constituem na apresentação de crescimento rápido, baixa exigência em fertilidade do substrato e alta capacidade de perfilhamento, bem como, a contribuição para a estabilidade do meio biótico através do fornecimento de matéria orgânica, devido à sua grande capacidade de produção de material vegetativo.

**Tabela 2 - Leguminosas**

<b>Espécies selecionadas:</b>	Puerária Phaseoloides (kudzu tropical) Calopogonium Muconoides (calopo) Cajanus Cajan (Feijão guandu) Centrocema Pubescens (Centrosema) Estizolobium anterrinum (Mucuna)
-------------------------------	--

As características de Interesse agrônomo destas espécies são de apresentar alta capacidade reprodutiva, baixa exigência em fertilidade e melhorar as características do substrato através da fixação biológica de nitrogênio atmosférico. Devido às suas características de desenvolvimento do sistema radicular, favorecem a captação e reciclagem de nutrientes, presentes em camadas mais profundas do perfil.

A qualidade das sementes é fator decisivo para qualquer plantio, principalmente na hidrossemeadura, pois é usual encontrar-se solos com problemas de umidade, compactação, lixiviamento, e fertilidade, etc...

Portanto, as sementes devem ser de primeira qualidade, obtidas de campos de produção com comprovado requinte e geneticidade, proveniente de plantas resistentes a pH baixos, pouca fertilidade e umidade.

No campo se constata esses requisitos através da rápida germinação que deve variar de 24 (vinte e quatro) horas para algumas espécies a 15 (quinze) dias para outras, ressalvadas condições fortuitas decorrentes de secas prolongadas ou temperaturas não condizentes com a vegetação implantada.

No elenco das espécies que tem apresentado melhor desenvolvimento nas obras do DNIT, considerando-se o clima, altitude e capacidade de contenção das encostas, destacam-se as sementes de gramíneas, cuja procedência deve ser de fornecedores idôneos e acompanhadas de certificado, com elementos mínimos que permitem avaliar a qualidade do produto, constando usualmente as seguintes informações: - Origem; Data da expedição do certificado; Nome científico da espécie; Poder germinativo; Grau de pureza e Valor cultural.

As sementes podem ser de procedência nacional ou importada, desde que, sejam de boa qualidade.

As sementes deverão apresentar, como condições mínimas, o que seguem nas Tabelas 3 e 4.

<b>Tabela 3 – Sementes nacionais</b>			
<b>SEMENTES</b>	<b>PUREZA%</b>	<b>GERMINAÇÃO %</b>	<b>VALOR CULTURAL %</b>
Gramíneas	55	60	33
Leguminosas	75	75	56,26

<b>Tabela 4 – Sementes importadas</b>			
<b>SEMENTES</b>	<b>PUREZA%</b>	<b>GERMINAÇÃO %</b>	<b>VALOR CULTURAL %</b>
Gramíneas	90	80	72

Considerando-se as dificuldades de aquisição de determinadas espécies, seu fornecimento está sujeito a:

- a) condições de plantio e oferta pelos produtores;
- b) maior ou menor demanda do setor agropecuário consumidor;
- c) oferta do mercado fornecedor.

#### 5.1.3 Camada protetora

Esta camada é constituída de material obtido da trituração de várias fibras vegetais e acetato de celulose, que após a trituração assume a forma assemelhada do algodão, e tem por objetivo fixar a semente e demais materiais, dando uma proteção imediata ao solo no combate à erosão, além de inúmeras outras funções como:

- a) ajudar a conservar a umidade do solo;
- b) controlar a temperatura;
- c) prevenir a compactação do solo;
- d) reduzir impacto da chuva sobre a superfície semeada;
- e) reduzir o escoamento de água sobre a superfície;
- f) impedir a erosão do solo;
- g) melhorar a estrutura do terreno;
- h) diminuir a evaporação;
- i) controlar a infestação de ervas indesejáveis;
- j) evitar a emigração das sementes hidrossemeadas;

- k) abrigar as sementes, protegendo-as dos raios solares, evitando desta forma o seu ressecamento;
- l) proporcionar sobre a superfície jateada a formação de um micro-clima favorável a melhor e mais rápida germinação das sementes.

#### 5.1.4 Adesivo fixador

Tem como finalidade principal ajudar na fixação dos materiais aplicados na hidrossemeadura e deve apresentar as seguintes características principais:

- a) ser inofensivo à saúde;
- b) ser insensível às oscilações de temperatura;
- c) não perder seu efeito e nem alternar suas propriedades sob radiação solar (raios ultravioletas);
- d) não prejudicar a germinação das sementes;
- e) possibilitar a mistura de fertilizantes com sementes e todos os demais componentes;
- f) manter sua permeabilidade ao ar e a água, mesmo sem implantação de vegetação protetora;
- g) manter sua permeabilidade ao ar e a água superficial, bem como a umidade proveniente do subsolo;
- h) pode ser aplicado em todos os tipos de solo;
- i) promover o estabelecimento de microorganismo e portanto, a formação de húmus.

### 5.1.5 Materiais utilizados como septo ou dique na recuperação de voçorocas

Conforme o procedimento selecionado para os septos interceptantes da voçoroca tem-se:

- a) Diques de Proteção em Pedra Argamassada; Cimento - DNER- EM 36/95; Pedra de mão – EM 037/97; e Areia – EM 038/97.
- b) Diques de Proteção de Pedra Arrumada; Pedra de mão.
- c) Dique em Rip-Rap de Solo Cimento; Cimento PORTLAND - DNER - EM 36/95; Cal hidratado; Sacos de Aniagem ou Plástico; Solo Natural ou Saibro.
  - Cimento: DNER - EM 36/95 – “Recebimento e aceitação de cimento Portland comum e Portland de alto forno”.
  - Argila - Solo natural de característica argilosa, mas, preferencialmente do local onde será construído o dique.
  - Saibro - Solo natural de característica areno-argilosa e de boa consistência
  - Água - DNIT-036/2004 – ME - “Água para concreto”.
  - Sacos – Saco de Aniagem, juta, fibra plástica ou similar com dimensões aproximadas de 0,15 m x 0,30 m x 0,45 m, perfazendo o volume de 0,04 m<sup>3</sup>, ou 25 unidades por metro cúbico.
- d) Diques de Proteção em Grama Armada ou Tela Plástica; Sementes de Gramíneas e Leguminosas; Adubo Orgânico e Adubo Químico e Solo natural (orgânico).
  - Solo natural local da recomposição superficial;
  - Solo orgânico (top soil) importado ou de terreno natural preparado com adubo orgânico (esterco de curral ou de galinheiro);

- Adubo químico tipo NPK e nutrientes.
- Sementes agrícolas de gramíneas e leguminosas.
- Saco de aniagem ou fibra plástica, tipo empregado em embalagens de grãos, com dimensões aproximadas de 0,15 x 0,30 x 0,45 m quando cheio.

- e) Diques de Proteção de Madeira em caibros ou ripas amarradas ou pregadas; ou de madeira roliça natural cortada em local próximo e amarrada.

## 5.2 Proporção da mistura

### 5.2.1 Hidrosseadura

Em áreas muito inclinadas ou de difícil acesso pelo processo manual adotam-se as mesmas proporções, entretanto, jogando-se a lanço nos taludes os materiais acrescidos de um pouco de solo orgânico, ou mesmo depositados nas covas ou sulcos executados no talude, seguindo-se da aplicação da hidrosseadura.

Na hidrosseadura a mistura de água, sementes, adubo e nutrientes, adesivos, a ser aplicada na superfície será aqui dimensionada para 5.000 litros de água (carga normal do caminhão aspergidor), correspondente à carga de aplicação para 2.500 m<sup>2</sup> de superfície de talude ou seja da ordem de 2,0 l/m<sup>2</sup>, podendo variar em função da análise do solo do talude.

Os valores de utilização de insumos a seguir relacionados estão na forma de orientação básica, podendo sofrer adequações durante o processo de execução, se surgirem limitações que as recomendam, bem como, os estudos de análise do solo edafo-pedológicos.

Volume ou Peso de Sementes e Fertilizantes para 5.000 Litros de Água, Correspondente à Carga de Aplicação para 2.500 m<sup>2</sup> de talude.

A quantidade a ser utilizada de camada protetora é da ordem de 3.000 kg por hectare.

Essas quantidades mínimas são exigidas, pois se for colocado quantidade menor, o objetivo não será

Tabela 5 – Volume ou peso de sementes e fertilizantes

Elementos da Mistura	Volume (litros)	Peso (kg)
Esterco de galinha	-	25
Biostab (adesivo)	-	70
Biohum (mistura orgânica)	-	220
Biomulch (protetor superficial)	-	220
Sulfato de amônia	-	27
Cloreto de potássio	-	27
Superfosfato simples	-	54
Sementes de azevem	18	-
Sementes de brachiaria	18	-
Sementes de gordura	18	-
Sementes de setária	18	-
Sementes de feijão quando	10	-
Sementes de calopogônio	10	-
Sementes de mucuna	10	-

alcançado, que é de proteção imediata do terreno na aplicação da camada protetora.

Em algumas regiões do País devido ao tipo do solo tem-se adotado a seguinte mistura: - Fertilizantes N P K + Micronutrientes - Fertilizante indicado é o orgânico mineral 3-6-3, com 50% químico e 50% orgânico, à razão de no máximo de 400 kg por hectare na aplicação, ou seja 40 kg por 1.000 m<sup>2</sup> de área e mais no máximo 300 kg por hectare em adubação N-P-K, no plantio e cobertura, acrescido de turfa calcitada a razão de 100 kg por hectare.

#### 5.2.2 Rip-rap de solo cimento

A mistura de solo cimento deve ser preparada no local da obra, cuidando-se da dosagem correta de seus elementos constituintes, cimento, solo (argila/saibro) e cal, água, os quais após sua mistura homogênea, em masseira ou betoneira, será condicionada no saco, compactada manualmente por socagem, e estará em condições de cumprir suas funções estruturais após o período de cura do solo cimento.

A aplicação da cal tem o objetivo de corrigir a acidez do solo, permitindo a aglutinação eficiente do cimento com o solo.

O traço a ser adotado e que proporciona bons resultados, tem a seguinte proporção volumétrica:

- a) uma parte de cimento;
- b) meia parte de cal hidratada;
- c) três partes de argila;
- d) doze partes de saibro.

Desejando-se a um traço mais rigoroso quanto ao controle da resistência (30kgf/cm<sup>2</sup> em 28 dias) pode-se adotar a dosagem em peso:

- a) cal: 3% em peso do volume de solo;
- b) cimento: 7% em peso do volume de solo.

Ressalta-se a importância do cal para corrigir a acidez do solo ou argila, devendo-se misturar primeiro o cal com o solo na betoneira, depois o cimento.

Em estruturas de pouco risco, pode-se adotar simplesmente 1 para 15 (cimento e solo natural), dispensando-se a argila, especialmente na parte interna dos muros de contenção, onde a sacaria não sofre diretamente ação de agentes agressivos.

A adição da argila tem por objetivo conceder uma maior coesão à mistura, utilizando-a somente na formação da parte externa do septo.

O saibro deverá ser peneirado, com peneira da ordem de 9 mm, para garantir melhor homogeneidade da mistura.

A água a ser adicionada a mistura, normalmente por aspersão tipo chuva, deverá ser uniformemente distribuída sobre a mistura até atingir o grau de umidade desejado.

A massa assim preparada será ensacada até o volume de 80% do volume do saco, de modo a permitir que a boca do mesmo possa ser fechada, na própria acomodação deste no muro.

### 5.2.3 Rip-rap de solo vegetal

O rip-rap de solo vegetal (ou vegetativo) será constituído da seguinte mistura:

Para sacos de fibra natural de 50 kg, cujo volume aproximado é de 0,04 m<sup>3</sup>, utiliza-se 20 litros de esterco bovino curtido, 150 gramas de adubo químico NPK (4-14-8), 20 gramas de semente de brachiaria decubens (gramínea), 20 gramas de semente de capim meloso, 50 gramas de semente de capim mucuna, completando-se a mistura com terra vegetal homogeneizada.

Ensaca-se a mistura e umedece-se.

### 5.3 Equipamentos

Os equipamentos necessários à hidrossemeadura são:

- a) 01 (um) veículo leve para uso do encarregado de equipe.
- b) 01 (um) caminhão com equipamento para hidrossemeadura com capacidade mínima de 5000 litros.
- c) 01 (um) trator agrícola de potência mínima de 55 HP.
- d) 01 (um) equipamento pneumático para escarificação em cortes duros com brocas especiais.
- e) enxadões preparados para escarificação de profundidade.
- f) outras ferramentas manuais.

Caminhão aspergidor da hidrossemeadura constituído de um depósito fixo no chassi tipo pipa ou tanque convencional com capacidade de 5.000 litros, dotado de eixo girador ou agitador para homogeneização da mistura aquosa de sementes, adubos ou fertilizantes, nutrientes e adesivos, mulch ou protetor contra as

intempéries, bem como dotado de bomba rotativa de alta pressão ( 2.500 rpm) para aspersão da mistura.

Na regularização dos taludes e demais tipos de serviços serão empregadas ferramentas de uso manual, como picaretas, enxadas, enxadões, pás, baldes, carrinho de mão, etc. para escavação e transporte dos solos da parte superior dos taludes, e na parte inferior, ocorrendo acúmulo de material escavado ou escorregado, poderão ser utilizados, conforme necessário, equipamentos mecânicos de remoção e transporte.

### 5.4 Execução

No processo da revegetação das áreas íngremes ou de difícil acesso, destaca-se inicialmente na metodologia de execução o processo de hidrossemeadura, seguindo-se da recuperação das voçorocas e finalmente o processo manual de revegetação desses dois processos.

#### 5.4.1 Hidrossemeadura

O preparo do solo, nos casos de hidrossemeadura, consiste basicamente em executar ranhuras, ou coveamento com ferramenta manual, no sentido horizontal do talude para promover e facilitar a adesão da mistura no talude, bem como sobre superfícies em que as condições físicas sejam extremamente restritivas.

Em áreas inclinadas extensas, com ausência de bermas ou banquetas (erosões reconformadas), deve-se promover a confecção de terraços com base de 1 m e declividade de 5 %, como forma de proteção contra o “run-off” da mistura.

O preparo do material ou da mistura deverá estar de acordo com a fórmula básica, indicada no item 5.2, sendo que qualquer outra fórmula similar poderá ser utilizada devidamente justificada e de comum acordo entre a CONTRATADA e a Supervisão, com a aprovação da FISCALIZAÇÃO do DNIT.

O plantio ou aplicação da mistura deverá ocorrer da forma mais viável à empresa aplicadora e de acordo com a FISCALIZAÇÃO.

A irrigação deverá ser feita cuidadosamente, sem jatos fortes, na forma 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 10 cm durante o período necessário para que 50 % das sementes germinem.

A hidrossemeadura consiste nas seguintes especificações:

a) regularização manual de taludes

O preparo das superfícies deverá ser iniciado de cima para baixo. As superfícies dos taludes após a execução deverão se apresentar planas, sem ressalto ou cavidades. Os ressaltos deverão ser raspados com enxadões ou outro equipamento. As cavidades deverão ser conformadas, de modo a se obter superfícies regularizadas. Em função da altura do talude, serão instalados escadas ou andaimes para segurança dos operários.

b) escarificação da superfície do talude

Toda a superfície dos taludes já concluídos e aceitos pela Fiscalização, deve ser escarificada com furos ou covas desconstruídos, podendo ser executados manualmente ou com equipamentos próprios.

c) calagem

A calagem é uma prática agrícola de máxima importância, usada para eliminar os efeitos tóxicos do alumínio, ferro e manganês do solo, além de proceder à correção de deficiência em cálcio e magnésio, devendo ser executada em período de 30 dias antes do plantio.

Na hidrossemeadura de taludes muito altos torna-se difícil a calagem manual, podendo a mesma ser substituída com o aumento de matéria orgânica (esterco de gado ou galinha) na aplicação da hidrossemeadura, corrigindo-se as deficiências após o plantio nos locais aonde a vegetação não apresentou cobertura perfeita da superfície, problemas de germinação ou crescimento vegetativo.

d) adubação orgânica da área

A adubação orgânica normal deverá ser executada de 2 a 3 semanas que antecedem ao tratamento da hidrossemeadura, salvo quando a aplicação das matérias orgânicas é feita com material industrializado ou com a adoção de técnicas avançadas de decomposição, além do que a matéria orgânica deve estar apta a ser usada na aplicação.

Quando a matéria orgânica é obtida através de compostos orgânicos produzidos por indústrias, estes estão sujeitos a fiscalização rigorosa do órgão competente, razão pela qual podem ser confiáveis. Deve ser exigido o registro de produtor, expedido pelo Ministério da Agricultura, dos fabricantes dos adubos a serem utilizados.

São os seguintes os produtos que podem ser utilizados como adubos:

- lixo industrializado;
- tortas oleaginosas;
- esterco de curral;
- excremento de galinha;
- húmus de minhoca;
- vegetal decomposto;
- turfa calcitada.

O produto mais recomendado é o vegetal decomposto em razão do mesmo conter todos os elementos que a planta precisa, ou seja NPK mais micro elementos e mais a matéria orgânica necessária, haja visto que tal produto é obtido através de processo de decomposição de vegetais.

e) preparo do material (ou mistura)

No processo de mistura aquosa, o enchimento do tanque de 5000 litros se dará da seguinte forma:

- colocar 3.000 litros de água no tanque;
- adicionar o aparelho agitador;
- adicionar o fertilizante organo-mineral ou NPK;
- adicionar matéria orgânica no caso de uso de NPK simples;

- adicionar o adesivo fixador vagarosamente para evitar a formação de caroços;
- adicionar o material formador da camada protetora constituído por fardos de fibra de celulose a razão de 3.000 Kg por hectare;
- acrescentar as sementes selecionadas, com o tanque sempre em agitação;
- tomar o cuidado de se colocar as sementes no tanque sempre em último lugar;
- após a colocação dos insumos agrícolas no tanque, completar o volume do tanque com água.

Com o uso do material como camada protetora não é obrigatório o uso do adesivo fixador se o mesmo já contiver o elemento fixador em sua composição.

- f) plantio ou aplicação da mistura ou jateamento com equipamento hidrossemeador

A aplicação deve ser feita pulverizando-se uniformemente a mistura aquosa sobre a superfície preparada.

Durante todo o processo de aplicação o misturador deverá estar em movimento a fim de garantir a suspensão do material e a homogeneização da mistura do tanque.

Adotando-se o processo do jateamento com material da camada protetora no tanque das sementes, e as etapas de revestimento são as seguintes:

Com o aparelho agitador sempre em movimento, dirigir o jato para a superfície a ser revestida de modo a recobrir toda a área, procurando desenvolver a operação o mais uniforme possível.

A aplicação deverá ser feita das partes mais altas para as partes mais baixas, evitando-se encharcamento e o escorregamento da mistura.

Com esse processo de jateamento o volume de 5000 litros será utilizado para

revestir de 2.500 a 3.300 m<sup>2</sup>, isto é da ordem de 2,0 a 1,5 litros da mistura aquosa para recobrir uniformemente 1 (um) m<sup>2</sup> de superfície.

- g) irrigação

O período próprio para a aplicação da hidrossemeadura é aquele que antecede as chuvas intensas do verão, usualmente de setembro a dezembro, podendo-se também aplicar no período posterior as chuvas intensas, no período de março a junho.

Entretanto, havendo a necessidade de aplicação no período seco do ano ou ocorrendo estiagens prolongadas, deve-se irrigar a revegetação pelo menos uma vez pôr semana, na proporção mínima de um a dois litros pôr metro quadrado em forma de chuvisco leve e nas horas amenas do dia.

- h) adubação de cobertura após 60 dias do plantio e replantes até a total formação da camada vegetal

Após 45 dias da aplicação da Hidrossemeadura com camada protetora deverá ser feita a primeira aplicação de fertilizantes, visando corrigir as deficiências nutricionais das plantas, seguindo-se em seqüência tantas fertilizações quantas forem necessárias para a perfeita formação da cobertura vegetal.

Recomenda-se fertilizar 02 (duas) vezes no mínimo, sendo uma em 45 dias após o plantio, e a outra no período chuvoso.

- i) tratamento fito-sanitário

O tratamento fito-sanitário deverá ser aplicado sempre que o revestimento vegetal sofrer ataque de pragas e moléstias, até que se dê seu eficaz desenvolvimento e consolidação.

A escolha dos defensivos agrícolas, época, forma e término de aplicação, fica a juízo da fiscalização.

Deverão ser utilizados defensivos que tenham baixo índice de toxicidade, baixo poder residual e que facilmente entrem em decomposição.

As dosagens devem ser rigorosamente controladas para evitar os seguintes problemas:

- intoxicação com o pessoal envolvido e outros danos ecológicos;
- contaminação dos recursos hídricos e outros danos ecológicos;
- ser carregada pelo vento sobre culturas agrícolas adjacentes e causar danos às mesmas;
- da deriva atingir o fluxo viário ou usuário.

Para um controle eficaz dos itens acima mencionados, as seguintes precauções devem ser adotadas:

- evitar a aplicação de defensivos em dias de chuva e / ou vento;
- aplicar a solução de modo que o jato caminhe sempre na direção dos ventos, nunca em sentido contrário;
- conter o aplicador luvas e máscaras protetoras;
- não permitir que o pessoal diretamente envolvidos na operação, fume, coma ou beba durante a operação;
- ao término do tratamento fito-sanitário, todo o pessoal envolvido na operação, deverá tomar banho, de preferência com água fria. Água morna dilata os poros e facilita a penetração das partículas de defensivos impregnadas na superfície da pele para o organismo.

j) replantio

Após haver cumprido o período próprio de emergência das espécies hidrossemeadas, é necessário proceder a um replante, atingindo-se principalmente as superfícies que apresentam falhas de germinação ou mesmo de aplicação.

Os repasses serão repetidos, a juízo de fiscalização, até que toda superfície esteja completamente revestida.

Para a execução dos serviços com camada protetora, a empresa executora das obras deverá dispor dos seguintes recursos mínimos:

- ter uma unidade produtora de material com a finalidade de camada protetora nas condições exigidas, ou contrato com uma indústria que se comprometa a fornecer dentro das especificações e nas quantidades necessárias;
- ter uma unidade produtora de fertilizantes orgânico mineral devidamente registrada no Ministério da Agricultura ou contrato com uma empresa que comprometa a fornecer os fertilizantes;
- mão de obra básica: - 01 (um) encarregado, 01 (um) motorista, 01 (um) aplicador e 03 (três) serventes.

#### 5.4.2 Recuperação ambiental de áreas voçorocadas

As voçorocas são erosões de grandes proporções que constituem danos ambientais naturais ou induzidos ocorrentes em solos de estrutura areno-siltosa e em locais onde existe grande concentração de fluxos d'água ou enxurradas devido às chuvas intensas, apresentando o relevo bastante conturbado devido aos diversos sulcos profundos no terreno.

Estes sulcos podem atingir vários metros de profundidade, com paredes ou taludes internos abruptos com extensões que podem atingir até 500 m, usualmente possuindo nascentes d'água no fundo de seus sulcos e são responsáveis pelo assoreamento dos cursos d'água ou baixadas à jusante.

Portanto, a recuperação ambiental destas áreas que atingem um ou mais hectares, envolve a elaboração de projeto ambiental específico, pois o combate à voçoroca se fundamenta na redução do gradiente do fundo dos sulcos, através da construção de septos ou diques, da proteção das cabeceiras para que não haja progresso neste sentido, na proteção no local de deságüe das águas de chuva e revegetação das paredes ou taludes e reforço vegetativo em toda a área do entorno.

Para se proteger a área voçorocada deve-se construir um sistema de drenagem superficial no contorno de toda área selecionada.

Os septos ou diques construídos ao longo da voçoroca podem ser de rip-rap de solo cimento, de rip-rap de solo vegetal, de madeira aparelhada ou rústica, usando-se também galhadas amarradas ou ainda pneus usados amarrados e estaqueados no solo.

As estruturas de arrimo em alvenaria de sacos de solo cimento também podem ser utilizadas na recomposição de superfícies de escoamento pluviométrico e nos próprios dispositivos de drenagem superficial, ou o preenchimento de cavidades decorrentes de erosões em taludes (obturação de erosão).

O rip-rap de solo vegetativo constituirá a superfície de proteção de diques construídos de solo local compactado em forma trapezoidal revestindo-se o conjunto com tela metálica ou plástica.

O projeto ambiental de recuperação das voçorocas se procederá pelas seguintes atividades

a) levantamento topográfico da área

Objetivando a elaboração do projeto de recuperação ambiental de voçoroca, será procedido o levantamento planialtimétrico da área de interesse, o qual se estenderá da ordem de 50 m além dos limites da voçoroca. Neste levantamento é importante destacar a declividade do fundo ou berço da voçoroca, dos taludes naturais ou paredes da mesma, a declividade do talvegue a juzante da voçoroca, sobre o qual são desaguadas as águas pluviais.

Na execução do levantamento topográfico deve-se destacar a linha base, locada e nivelada, e as secções transversais que devem caracterizar toda a área degradada, de modo a permitir o cálculo do volume de escavação para modelagem da área.

Considerando-se que o processo erosivo da voçoroca é normalmente contínuo, a elaboração de um projeto específico da área, permitirá o monitoramento ambiental da solução apresentada, bem como sua gestão ambiental, permitindo otimizar soluções para oportunidades futuras.

b) proteção da cabeceira da voçoroca

Esta proteção se constituirá de duas sub-atividades, sendo a primeira a construção

de uma valeta de proteção (triangular ou trapezoidal), manual ou mecanizada, à montante da voçoroca e distante da mesma da ordem de 20 a 30 metros e na extensão necessária ao desvio das águas pluviais do local onde atualmente incide o processo erosivo. Esta valeta de proteção poderá ser substituída por um dique ou cordão em curva de nível do terreno, com dimensões de 1,00 m de base inferior, altura 0,30 a 0,40 m e base superior 0,30 m, a qual será revegetada para cumprir o seu objetivo. Este último processo é usual nos procedimentos conservacionistas agrícolas.

A segunda sub-atividade de proteção se constituirá na construção de obra protetora no extremo inicial da voçoroca, cujo objetivo é estabilizar o processo erosivo, impedindo-o de progredir no terreno, através do controle do fluxo de águas pluviais de montante.

Neste local, a água atua no solo com maior velocidade, devido ao carreamento do mesmo, sendo fundamental sua proteção para conter a aceleração do ritmo de desintegração e carreamento do solo.

Os procedimentos para construção desta proteção devem buscar o baixo custo, portanto, si próximo do local da voçoroca existir pedra de mão poderá ser construída proteção de pedra arrumada ou argamassada, existindo madeira roliça ( $\emptyset$  0,15 a 0,20 m) esta proteção poderá ser construída em degraus de madeira conforme detalhado no item 4 - "Execução". Quanto à primeira solução, o "Manual Rodoviário de Conservação, Monitoramento e Controle Ambientais do DNIT" apresenta os detalhes construtivos. Da mesma forma, poder-se-á proceder a proteção com rip-rap de solo cimento, complementado com rip-rap de solo vegetal, em substituição de pedra.

O terceiro procedimento constituirá na aplicação de tela plástica (quadricula 0,05 x 0,05 m) estendida na cabeceira da voçoroca e grampeada no solo por meio de

estacas de madeira ( $h = 0,30$  m), distribuídas em quinquêncio espaçadas de 1,00 m. Neste processo é fundamental a proteção além dos limites da voçoroca, pelo menos de 3,00 m, bem como, modelagem da cabeceira, de modo a reduzir a velocidade do fluxo das águas pluviais. Estas telas plásticas são encontradas normalmente no comércio. A revegetação do local com o plantio de gramíneas e leguminosas, bem como, o plantio de espécie vegetal “Bambuzinho” ou arbustivas completam e reforçam a proteção almejada.

É importante ressaltar que a seleção de um procedimento ou a conjugação de dois deles, dependerá exclusivamente das condições locais.

Em qualquer dos procedimentos selecionados completa-se a proteção da cabeceira da voçoroca com um dique a jusante, nos mesmos moldes do processo selecionado, construído no leito da voçoroca e estendido até suas paredes ou taludes, ou inserido nas mesmas, distante da ordem de 10 a 15 m do início da mesma.

O objetivo deste dique (de pedra, madeira ou solo revestido de tela plástica) tem a finalidade de reduzir a velocidade de água, funcionando como dissipador de energia.

c) modelagem do terreno

Objetiva esta atividade preparar as paredes ou taludes naturais da voçoroca, dando-lhes menor declividade, não somente para melhorar o aspecto visual, como também permitir melhor condições para a revegetação. Esta atividade poderá ser manual ou mecanizada de modo a proceder pequena escavação na crista do talude ou parede (da ordem de 3 a 5,0  $m^3/m$ ), depositando o material escavado no fundo da voçoroca, com ligeira compactação manual. Este volume dependerá da profundidade da voçoroca ou extensão das suas paredes.

Esta modelagem do terreno, permitirá transformar o aspecto visual caótico da voçoroca, no aspecto de calhas com orientação disciplinada dos fluxos d'água.

Em áreas extensas com degradação intensiva em profundos sulcos poderá ser modelada, de modo que para cada ramo da voçoroca ou ramificação, será construída uma espécie de calha, as quais se entroncam para permitir o desague no trecho final da voçoroca ou mesmo no talvegue primitivo.

As condições de mecanização da modelagem dependerão das condições particulares das cristas dos taludes ou paredes da voçoroca.

d) implantação de Diques de Contenção (pedra arrumada/rip-rap de solo cimento ou pedra argamassada, madeira roliça, e/ou dique de grama armada)

Objetivam os diques ao longo do leito da voçoroca a redução da velocidade dos fluxos pluviométricos, funcionando como dissipadores de energia, bem como pequenas barragens para retenção do material (solo) porventura carreado da cabeceira, servindo-se de bacia de acumulação do assoreamento.

A distribuição dos diques ao longo da voçoroca será em função da declividade da mesma, de modo que a cota da crista ou coroamento de um dique, deve ser aproximadamente no nível da fundação do dique a montante e subsequente, funcionando o dique como barragem de peso que se contrapõe ao fluxo d'água.

O Manual de Conservação, Monitoramento e Controle Ambientais do DNIT descreve detalhadamente o processo construtivo acima apresentado.

A estrutura de rip-rap de solo cimento congrega a resistência ao processo erosivo e a condição de suporte como arrimo, sendo constituído de uma mistura de solo (argila e saibro), cimento e água, condicionada em saco de juta, aniagem,

plástico, ou similares, compactados manualmente ou curados com umidade natural ou induzida, adquirindo razoável resistência mecânica, da ordem de 30 kg/cm<sup>2</sup>, permitindo sua utilização como elemento estrutural de arrimo ou de resistência ao processo erosivo.

A característica principal desta estrutura é o baixo custo, pois o processo construtivo utiliza materiais locais, evitando-se os custos de transporte, bem como o manuseio fácil pelo operário no local de construção.

Os sacos utilizados devem ter dimensões, que permitam este fácil manuseio, após o seu enchimento.

O dique construído como grama armada utilizará o próprio solo proveniente da escavação da modelagem das paredes da voçoroca, conformado-a em forma trapezoidal com o talude de jusante bem suave da ordem de 1/5, enquanto que o se montante adota-se 1/2 e revestido de tela metálica ou de plástico grampeada em sua superfície associado ao plantio de gramíneas e leguminosas.

A crista ou coroamento do dique terá largura da ordem de 1,0 m e se estenderá de parede a parede da voçoroca. Sobre o dique assim construído aplica-se a grama armada, conforme descrito anteriormente.

O dique de rip-rap de solo cimento será constituído de sacos de plástico ou aniagem cheios de solo local misturado com cimento, em proporção de 5% em peso do solo, devidamente corrigido em sua acidez com 3% de cal. Os sacos serão dispostos transversalmente ao eixo da voçoroca em forma de uma parede de alvenaria de tijolos (tipo mata-junta).

Para constituição do septo os sacos devem ser colocados em fileiras, e estas organizadas em “mata junta”, permitindo amarração das mesmas (similar à alvenaria de tijolos); seguindo-se a compactação manual com soquete de madeira.

A compactação manual das camadas de fileiras deverá ser procedida do centro para a periferia, tomando-se o cuidado de não danificar os sacos, no máximo até duas horas depois do preparo da mistura e estendendo a compactação na superfície externa da estrutura.

Após a montagem de cada duas camadas, deve-se aspergir água em quantidade moderada, para se manter a umidade ótima da mistura.

A face externa do muro deverá ter inclinação compatível com o talude de corte, ou, sendo estrutura de contenção, inclinação 1/4, respeitando-se o gabarito máximo de 4 m e adotando-se a largura mínima da base 1/3 da altura.

Atenção especial deverá ser dada à drenagem do conjunto, através de dreno vertical de areia ou brita na face posterior do muro, e a instalação de barbancas no sentido transversal do muro, para facilitar a drenagem interna.

Em se tratando de rip-rap de solo vegetativo os sacos são dispostos formando fileiras nos sulcos erosivos e se constituem a parte frontal e posterior da superfície recuperada, enquanto a parte interna do sulco, poderá ser preenchida com rip-rap somente de solo ou solo compactado manualmente, sendo todo conjunto protegido pôr tela metálica ou plástica.

O rip-rap de solo vegetativo constitui a superfície de proteção de diques construídos de solo local compactado, revestidos de tela metálica ou plástica.

Este tipo de contenção está também previsto para ser aplicada na recomposição de superfícies danificadas por sulcos erosivos, cicatriz de ruptura superficial ou mesmo como barreira de contenção de bota-fora de solos moles.

Este dispositivo é constituído da mistura de solo natural, solo orgânico, adubo químico, sementes de espécies vegetais de

gramíneas e leguminosas, objetivando além da recomposição superficial do talude ou do terreno natural, a sua reabilitação ambiental procedida pela revegetação, através da germinação das sementes.

A disposição destas fileiras, constituindo camadas, deve ser tal que não permita juntas corridas, mas sim em mata-junta, dando ao conjunto certa amarração como nas estruturas de alvenaria de tijolos.

As camadas de sacos deverão ser umedecidas e compactadas levemente com soquete de madeira, podendo-se dar maior compactação manual nas fileiras internas, não excedendo na energia de compactação devido ao risco de danificar a sacaria.

Usualmente estas paredes tem altura da ordem de 0,5 m a 1,0 m e paramentos inclinados  $\frac{1}{4}$  com a crista da ordem de 0,5 m, estendendo-se entre os taludes da voçoroca.

- e) revegetação por hidrossemeadura, plantio à lanço ou enleivamento

Após a preparação das proteções das cabeceiras da voçoroca, da modelagem das bordas da mesma e do leito com a construção de diques, executa-se a revegetação de toda a área aplicando-se um dos processos indicados acima. A área da revegetação deverá se estender além dos limites da voçoroca da ordem de 20,0 a 30,0 m, completando-se a revegetação com o plantio de arbustivas e em especial o "Bambuzinho".

- f) proteção do término da voçoroca ou do desague no talvegue

Os mesmos cuidados dispensados à cabeceira da voçoroca, deverão ser implantados no final ou trecho terminal da voçoroca, de modo a permitir que o fluxo das águas pluviais possam atingir o talvegue primitivo de modo ordenado e em velocidade controlada.

Para tanto, serão implantados diques (pedra, madeira ou grama armada) em

quantidade suficiente para o fim desejado, podendo associar mais de um procedimento (Ex.: conjugar dique de madeira ou paliçada com grama armada).

Em regiões onde a pedra é escassa, pode-se substituí-la por rip-rap de solo cimento.

- g) adubação de cobertura, irrigação e tratamento fito-sanitário

Da mesma forma que na hidrossemeadura estas atividades são aplicadas na revegetação das áreas voçorocadas.

#### 5.4.3 Revegetação manual das áreas muito inclinadas ou de difícil acesso

Neste processo são pertinentes os assuntos já descritos anteriormente, suprimindo-se o jateamento da mistura aquosa procedente do equipamento de hidrossemeadura, pelo lançamento manual dos materiais constituídos pelo calcário, adubos ou fertilizantes e sementes de gramíneas e leguminosas.

## 6 Controle e inspeções

As condições de acabamento das superfícies revegetadas serão apreciadas pela fiscalização do DNIT com base na apresentação visual uniforme e harmoniosa quanto ao relevo circundante.

Em se tratando de voçorocas o controle geométrico será aferido pelo alinhamento, declividade e dimensões apresentadas no projeto ambiental, através de métodos usuais de construção.

O controle geométrico será aferido pelo alinhamento, declividade e dimensões através de métodos usuais de construção.

As inspeções técnicas deverão ser procedidas a cada 30 dias, verificando-se o desenvolvimento das espécies vegetais, o grau de cobertura da área, o vigor e outras exigências agronômicas.

O controle tecnológico da mistura solo-cimento será realizado pelo rompimento de corpos de prova a compressão simples aos 30 dias, de acordo com a relação experimental de resistências desejadas, respeitando-se a NBR 6118 para controle assistemático.

## 7 Medição

Os serviços de revegetação serão medidos pela área em metros quadrados efetivamente tratada, estabelecida e aceita pela FISCALIZAÇÃO, considerando-se as etapas do desenvolvimento das espécies vegetais, constituído pela germinação, crescimento vegetativo e cobertura total da área.

As medidas da superfície plantada acompanham as inclinações dos taludes, fornecendo dimensões efetivas e não suas projeções na horizontal.

A medição será feita em duas etapas:

- a) após o término do plantio de cada área liberada e aprovada pela FISCALIZAÇÃO;
- b) após o fechamento ou cobertura vegetal completa da área plantada e da aceitação pela FISCALIZAÇÃO.

Nas voçorocas os serviços serão medidos de acordo com o projeto, considerando-se o volume de construção dos diques (rip-rap solo cimento ou solo vegetativo), expressos em metros cúbicos, inclusive a regularização e compactação manuais do terreno e das camadas de sacos, aquisição e transporte dos materiais necessários, enfim tudo o que for necessário aos objetivos almejados pelo projeto ambiental elaborado.

Os diques de madeira serão medidos de acordo com as quantidades constantes no projeto.

A revegetação das paredes ou taludes da voçoroca será medida por metro quadrado, englobando a aquisição, transporte e confecção dos materiais necessários conforme o processo selecionado.

A modelagem do terreno será medida por metro cúbico de escavação de solo, calculado por meio de secções

topográficas transversais e constantes do projeto ambiental.

A valetas de proteção, para desvio das águas de montante ou cordões tipos dique serão medidos por metro linear.

O levantamento plani-altimétrico da área para projeto da recuperação ambiental da voçoroca será medido por metro quadrado.

## 8 Pagamento

O pagamento far-se-á ao preço unitário de cada atividade do projeto de revegetação ou recuperação da voçoroca, aplicado aos quantitativos medidos e aprovados pela fiscalização do DNIT.

O pagamento da revegetação será efetuado em parcelas de acordo com as medições referidas acima da seguinte forma:

- a) 50% (trinta por cento) da área correspondente, logo que atendida a primeira exigência da medição;
- b) 50% (cinquenta por cento) da área correspondente, logo que atendida a segunda exigência da medição;

O preço unitário contratual dos serviços de revegetação deverá remunerar todos os serviços de mão de obra e encargos sociais, materiais, a utilização de equipamentos e ferramentas, fornecimento e transporte de materiais, espalhamento dos materiais orgânicos previamente estocados, preparo da área, plantio e replantio, irrigação, perdas, testes, mudas, fertilizantes e corretivos, defensivos, seguros, equipamentos de proteção individual, uniformes, alojamentos e refeições, transporte de pessoal, mão-de-obra e encargos e tudo mais necessário à perfeita execução dos serviços.

\_\_\_\_\_/Anexo A

## Anexo A (Informativo)

### Ilustrações de soluções para áreas degradadas

Foto 1 - Área erodida de difícil recuperação, a ser tratada com uso de Técnicas de Bioengenharia



Foto 2 - Biomanta Antierosiva aplicada após outras intervenções de Bioengenharia, mudando imediatamente o aspecto visual do local, proporcionando rápida instalação da vegetação

Foto 3 - Mesmo local após três meses da aplicação das biomantas antierosivas, totalmente recuperada e sem focos erosivos, apresentando vegetação exuberante



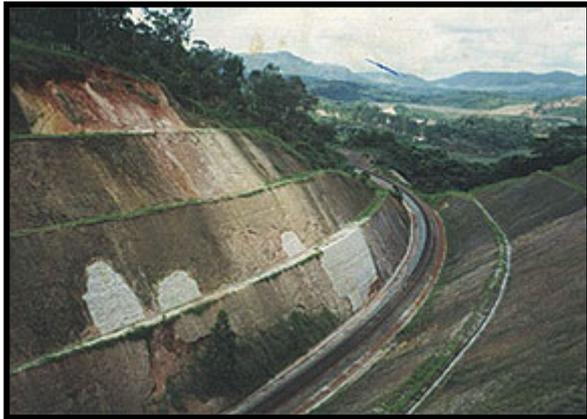


Foto 4 - Vista geral das erosões, as quais serão recuperadas com uso das Técnicas de Bioengenharia e produtos biodegradáveis.

Foto 5 - Serviços de recuperação já adiantados, com drenagem superficial e profunda executada, recuperação das erosões e aplicação de biomanta antierosiva



Foto 6 - Mesmo local imediatamente após a execução dos serviços, mostrando o aspecto visual, a proteção total dos taludes cuja superfície será coberta pela vegetação posteriormente



**Foto 07 - Vista geral das erosões, as quais serão recuperadas com uso das Técnicas de Bioengenharia e produtos biodegradáveis**



**Foto 08 - Serviços de recuperação já adiantados, com drenagem superficial e profunda executada, recuperação das erosões e aplicação de biomanta antierosiva**

**Foto 09 - Mesmo local imediatamente após a execução dos serviços, mostrando o aspecto visual, a proteção total dos taludes cuja superfície será coberta pela vegetação posteriormente**





**Foto 10 - Taludes e drenagem em construção, sendo o material do talude de grande suscetibilidade à erosão, por isso deverá ser protegido com segurança e rapidez**

**Foto 11 - A proteção dos taludes foi feita com biomanta antierosiva de fibra de coco bidimensional (Tela Fibrax® 400BF), protegendo imediatamente a área até o estabelecimento total da vegetação**



**Foto 12 - Resultado do trabalho, mostrando toda a área protegida, o estabelecimento da vegetação e a ausência de sulcos e focos erosivos.**

**Índice Geral**

Abstract	.....	1	Passivo ambiental	3.10.....	3
Adesivos	3.1.....	2	Placas de grama	3.12.....	3
Adesivo fixador	5.1.4.....	7	Plantio	3.11.....	3
Adubação	3.2.....	2	Prefácio	.....	1
Adubos, fertilizantes e calcários	5.1.1.....	5	Proporção da mistura	5.2.....	8
Análise laboratorial dos solos sob aspectos edáficos e pedológicos	3.3.....	2	Recuperação ambiental das áreas	.....	13
Anexo A - ilustrações de soluções para áreas degradadas	.....	19	Referências bibliográficas	2.2.....	2
Áreas íngremes ou de difícil acesso	3.4.....	3	Referências normativas	2.1.....	2
Calagem do solo	3.5.....	3	Referências normativas e bibliográficas	2.....	2
Camada protetora	3.6 e 5.1.3.....	3;7	Regularização manual de taludes de cortes de aterros, de bota-foras e de paredes de erosões em material de 1ª categoria	3.13.....	3
Condições específicas	5.....	5	Resumo	.....	1
Condições gerais	4.....	4	Revegetação herbácea, cobertura ou revestimento vegetal	3.14.....	4
Controle e inspeções	6.....	17	Revegetação manual das áreas muito inclinadas ou de difícil acesso	5.4.3.....	17
Coveamento	3.7.....	3	Rip-rap de solo de cimento	3.15.....	4
Definições	3.....	2	Rip-rap de solo de cimento	5.2.2.....	9
Equipamentos	5.3.....	10	Rip-rap de solo vegetal	3.16.....	4
Espécies vegetais	5.1.2.....	6	Rip-rap de solo vegetal	5.2.3.....	10
Execução	5.4.....	10	Septos ou diques	3.17.....	4
Hidrossemeadura	3.8.....	3	Sulcamento	3.18.....	4
Hidrossemeadura	5.2.1.....	8	Sumário	.....	1
Hidrossemeadura	5.4.1.....	10	Tabela 1 – Gramíneas	.....	6
Índice geral	.....	23	Tabela 2 – Leguminosas	.....	6
Leivas	3.9.....	3	Tabela 3 – Sementes nacionais	.....	7
Materiais	5.1.....	5	Tabela 4 – Sementes importadas	.....	7
Materiais utilizados como septo ou dique na recuperação de voçorocas	5.1.5.....	8	Tabela 5 – Volume ou peso de sementes e fertilizantes	.....	9
Medição	7.....	18	Tratamento ambiental	3.19.....	4
Objetivo	1.....	1			
Pagamento	8.....	18			