

## Obras de Contenção e de Proteção

Revisão 01

### 1. OBJETIVO

1.1 Estabelecer os requisitos e procedimentos técnicos relativos à execução de obras de contenção e de proteção nos sistemas das obras de abastecimento d'água e esgotamento sanitário da Companhia de Água e Esgoto do Ceará – Cagece.

### 2. CAMPO DE APLICAÇÃO

2.1 Aplica-se a todas as unidades que atuam em obras e serviços de engenharia da DEN.

### 3. CONCEITOS

3.1. *American Society for Testing and Materials* (ASTM) – Sociedade Americana de Testes e Materiais: órgão responsável pelo desenvolvimento e publicação de normas técnicas aplicadas para diversos produtos, materiais, serviços e sistemas.

3.2. Barbacã: orifício para escoamento de águas, executado em muros de suporte.

3.3. Biomanta: esteiras fabricadas industrialmente, constituídas de fibras sintéticas e vegetais (palha agrícola, fibra de coco), desidratadas que protegem o solo da erosão superficial, trazendo mais estabilidade para o solo.

3.4. Colchão drenante: camada drenante (protegida ou não por geotêxtil) aplicada diretamente sobre terrenos de fundação de aterros compostos por materiais saturados e de baixa resistência ao cisalhamento, antecedendo a execução do aterro.

3.5. Concreto ciclópico: sistema construtivo que envolve a incorporação de grandes pedras (conhecidas como “pedra-de-mão” ou “matacão”) no concreto convencional.

3.6. Colmatação: operação que consiste em tapar, vedar algo através do depósito de materiais diversos.

3.7. Ensecadeira: estrutura de contenção temporária construída dentro de curso de água com a finalidade de isolar e deixar seca uma área onde será executado serviço.

3.8. Enrocamento: dispositivo formado por estrutura executada em pedra, destinado à proteção de taludes e canais, contra efeito erosivos ou solapamentos, causados pelos fluxos d'água.

3.9. Estruturas de contenção: obras civis construídas com a finalidade de prover estabilidade contra a ruptura de maciços de terra ou rochas.

3.10. Gabiões: são elementos modulares, com formas variadas, confeccionados a partir de telas metálicas em malha hexagonal de dupla torção que, preenchidos com rochas de granulometria adequada e costurados juntos, formam estruturas destinadas à solução de problemas geotécnicos, hidráulicos e de controle da erosão.

3.11. Geogrelha: reticulados de material sintético que formam uma grelha plástica capaz de conferir ao sistema solo-reforço maior resistência ao cisalhamento, além de redistribuir as tensões no terreno.

3.12. Geotêxtil: material formado por filamentos contínuos ou fibras, distribuídos aleatoriamente de modo a construir uma manta de alta resistência, obtida por meio de processos mecânicos, químicos ou térmicos.

3.13. Hidrossemeadura: processo de revestimento vegetal que tem por objetivo proteger superfícies expostas dos processos erosivos.

3.14. Parede Diafragma: muro vertical, construído no subsolo, constituído de painéis elementares alternados ou sucessivos, aptos a absorver cargas axiais, empuxos horizontais e momentos fletores.

## 4. CARACTERÍSTICAS

4.1.A execução dos serviços deverá obedecer integral e rigorosamente aos parâmetros técnicos, ambientais e de segurança previstos em projeto, licenças, normativos da Cagece, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Normas

Regulamentadoras (NRs) e Normas Técnicas Internas (NIT's) da Cagece.

Nota 1: estas obras devem ser executadas sempre que previstas no projeto ou a critério da fiscalização. Devem seguir as orientações dos fabricantes, sempre observadas as particularidades de cada obra e atentando aos critérios de segurança e custo-benefício.

Nota 2: a obra deve seguir a sequência construtiva, locações, dimensões, materiais, especificações executivas e ensaios indicados no projeto.

4.2.O terreno de assentamento da estrutura de contenção deve ser verificado por engenheiro geotécnico, de forma a comprovar a capacidade de carga da fundação no nível de tensões previsto.

4.3.Estruturas de contenção sujeitas a percolação de água devem ser autodrenantes ou providas de sistema de drenagem apropriado.

4.4.O engenheiro geotécnico deve ser comunicado sempre que identificado desacordo entre a situação do terreno considerada no projeto e a existente no local, seja provocado pelo avanço de processos erosivos, por outras intervenções ou pela imprecisão topográfica.

Nota 3: neste caso, a obra somente deve ser iniciada após os devidos ajustes aprovados pela fiscalização.

4.5. Antes de qualquer procedimento de perfuração, deve-se averiguar se há interferências enterradas e, confirmando a existência, mapeá-las, de modo a auxiliar ações que viabilize a adequada execução da obra.

4.6.Atividade que envolva proximidade com interferência ou remoção de vegetação de maior porte deve ter planejamento adequado, observando a necessidade de licença de supressão vegetal emitida pelo órgão ambiental competente.

4.7.Impactos relacionados aos serviços de empréstimos, disposição de bota-fora e entulho, tráfego de equipamento, etc. Devem ser devidamente avaliados.

4.8.Na fase de escavação, deve-se ter atenção ao posicionamento de sobrecargas (pilhas de estoque e tráfego de equipamentos) e à condução de águas, além de outros aspectos de obra que possam alterar as condições de projeto.

Nota 4: A disposição de material resultante de escavação e entulho, bem como o caminhamento de águas de drenagem ou retorno de perfuração não pode causar instabilidade.

4.9.Deve-se seguir a ABNT NBR 9061, em caso de escavação a céu aberto, e a ABNT NBR 9653, em caso de uso autorizado de escavação com explosivos.

4.10.Na execução de cortinas atirantadas pelo método descendente, a escavação abaixo de qualquer nível de tirantes somente pode ser iniciada após a aplicação de carga especificada no projeto, para todos os níveis superiores na mesma vertical.

4.11.As áreas ensecadas devem ter dimensões e estanqueidade suficientes para permitir a execução segura das obras com adequada movimentação das equipes e equipamentos.

4.12. As obras devem ser acompanhadas, mantidas e monitoradas segundo orientação da ABNT NBR 11682.

4.13.Critério de medição

4.13.1. O critério de medição respeitará a planilha orçamentária contratual, quando o regime de contratação adotado for preço unitário, ou a forma pactuada entre a Cagece e a contratada, quando o regime adotado for o integrada ou semi-integrada.

## 5. PROCEDIMENTO

5.1.Estruturas de contenção

5.1.1. Ensecadeira

5.1.1.1.Para lâmina de água de pequena altura

I.Executar ensecadeiras constituídas de sacos de fibras têxteis ou plásticas, preenchidos preferencialmente com areia;

Nota 5: a fiscalização poderá aprovar outro tipo de solo, caso não haja disponibilidade de areia na região de execução da obra.

II.Inspecionar a ensecadeira de forma a garantir que o solo contido nos sacos não seja carregado pelo fluxo de água.

5.1.1.2.Para cursos de água mais profundos

I.Executar ensecadeira composta por paredes, simples ou dupla, de madeira ou metálica;

II.Cravar as paredes no leito do curso de água com o emprego de equipamentos apropriados e aprovados pela fiscalização;

III.Quando necessário, executar um sistema de travamento utilizando estroncas de madeira ou metálica;

IV.Em caso de riscos aos operários ou à execução do serviço, melhorar a estanqueidade das ensecadeiras de parede:

a)Simples: protegendo-a externamente com acúmulo de solo (preferencialmente material argiloso) ou revestindo-a com outro material que garanta a vedação;

b)Dupla: por meio de núcleo impermeável, posicionado entre as paredes protetoras.

5.1.1.3.A contratada deverá proceder o bombeamento de todo acúmulo de água no interior da ensecadeira que venha a prejudicar a correta execução das obras;

5.1.1.4.A contratada é responsável pela conservação e retirada da ensecadeira, quando encerrados os serviços para os quais ela se fez necessária.

5.1.2. Alvenaria de tijolo

5.1.2.1. Utilizar tijolos maciços de boa qualidade;

5.1.2.2.Argamassar com cimento e areia no traço 1:3 em volume, a menos que esteja disposto o contrário em projeto e/ou orçamento.

5.1.3.Alvenaria de pedra

5.1.3.1. Utilizar pedra de primeira qualidade, assentadas cuidadosamente de modo a minimizar os vazios e garantir melhor estética,especialmente nas faces aparentes;

5.1.3.2.Caso seja argamassada, empregar traço 1:3 (cimento e areia) em volume, a menos que esteja disposto o contrário em projeto e/ou orçamento.

5.1.4.Concreto ciclópico

5.1.4.1. Usar 30% de pedra de mão, que não devem fazer parte da dosagem do concreto;

5.1.4.2.Incorporar as pedras de mão à massa de concreto apenas no momento da concretagem.

Nota 6: as pedras de mão utilizadas devem estar limpas e umedecidas.

Nota 7: a execução da estrutura em concreto deve seguir aos requisitos da norma ABNT NBR 14931.

5.1.5. Concreto armado

5.1.5.1. Seguir aos requisitos da ABNT NBR 14931.

Nota 8: quando previsto em projeto, executar tirantes segundo ABNT NBR 5629.

5.1.6. Gabião

5.1.6.1.Gaiola

I. Utilizar tela metálica em malha hexagonal de dupla torção produzida, segundo os requisitos exigidos pela ABNT NBR 8964, com arames de aço com baixo teor de carbono, redondos, podendo apresentar os seguintes tipos de revestimento:

a) Tipo 1: revestimento metálico, aplicado por imersão a quente, de liga 95% zinco e 5% de alumínio mais terras raras (de acordo com a ASTM B 750).

b) Tipo 2: revestimento metálico, aplicado por imersão a quente, de liga 90% zinco e 10% alumínio mais terras raras (de acordo com a ASTM B 860).

c) Tipo 3: revestimento do tipo 1, adicionalmente protegido por uma camada de PVC ou outro polímero que cumpra as funções desenvolvidas pelo PVC.

d) Tipo 4: revestimento do tipo 2, adicionalmente protegido por uma camada de PVC, ou outro polímero que cumpra as funções desenvolvidas pelo PVC.

Nota 9: os revestimentos do tipo 1 e 2 conferem ao arame proteção contra corrosão. Entretanto, em meios altamente agressivos, deve se adotar arames do tipo 3 ou 4, pois oferecem proteção suplementar e definitiva.

II. Para as aberturas de malhas e bitolas dos arames, seguir as indicações de projeto, não podendo possuir aberturas maiores que dez centímetros.

#### 5.1.6.2. Preparação

I. Montar os gabiões em área plana, dura e de dimensões mínimas de 16 m<sup>2</sup>, com inclinação máxima de 5%;

II. Tratar previamente o plano de apoio onde serão instalados os gabiões, assegurando que as características de resistência do terreno sejam as consideradas em projeto. Caso contrário, a camada superior do terreno deve ser substituída por material granular de boa característica;

Nota 10: o terreno deve estar limpo, livre de raízes, pedras e quaisquer materiais que se sobressaiam. As depressões devem ser preenchidas até se tornar uma superfície regular.

Nota 11: deve fazer um corte de, no mínimo, 0,30 m para engastar a estrutura, aumentando a sua resistência ao deslizamento ao passo que se retira a camada superficial de solo orgânico, não recomendada para fundação.

Nota 12: quando o solo de fundação apresentar baixa capacidade de suporte ou estiver sujeito à saturação, recomenda-se a adoção um geotêxtil na interface fundação-estrutura, podendo ainda prever um lastro de pedras ( $\pm$  0,20 m de espessura) ou de concreto magro (de 0,10 a 0,15 m de espessura).

III. Transportar os elementos montados e posicioná-los apropriadamente no lugar definido em projeto (após tratamento prévio), de modo que as tampas fiquem dobradas em direção à face externa e dispostas de maneira que o enchimento seja facilitado;

Nota 13: para estruturas com altura acima de 5,0 m, recomenda-se que os gabiões que formam as camadas próximas da base apresentem altura de 0,5 m, posicionando a maior dimensão (comprimento) ortogonal à face externa da estrutura.

Nota 14: no caso de instalação de colchões em talude muito inclinado, deve-se dispor de elementos que garantam a sua estabilidade, como estacas de madeira e grampos.

IV. Fixar firmemente ao paramento externo dos gabiões, usando o mesmo arame de amarração, gabarito (ou outro elemento indicado no projeto) que facilite o enchimento e garanta o alinhamento, solidez e estética.

Nota 15: o gabarito deve ter dimensões de aproximadamente 1 x 4 m ou 1 x 5 m, formadas por 3 tábuas de madeira de aproximadamente 2 a 3 cm de espessura, 4 a 5 m de comprimento e 20 cm de largura, mantidas paralelas a uma distância de 20 cm uma da outra por tábuas transversais menores.

#### 5.1.6.3. Amarração

I. Realizar com arame que possua as mesmas características técnicas do aço utilizado nas gaiolas, passando-o ao longo de todas as malhas que formam as bordas, alternando uma volta simples com uma dupla;

II. Para gabiões tipo caixa e colchão, executar entre as arestas (quinas) de contato de duas gaiolas vazias, sendo vedada a operação entre duas gaiolas cheias. Para gabiões tipo saco, não é necessária amarração entre cilindros;

III. Reforçar os cantos das gaiolas de modo a resistir aos esforços provenientes da amarração dos gabiões entre si.

#### 5.1.6.4. Enchimento

I. Empregar material pétreo com peso e características que satisfaçam as exigências técnicas, funcionais e de durabilidade exigidas para a obra, preferindo sempre material de maior peso específico e descartando pedras solúveis, friáveis e de pouca dureza, não sendo permitido o uso de

pedras com areia, terra ou pedregulho miúdo, nem qualquer tipo de pedra facilmente fraturável e que não suporte cargas à compressão. O tamanho deve variar entre 1,5 e 2 vezes a dimensão "D" da malha da rede (distância entre as torções);

Nota 16: a critério da fiscalização podem ser autorizadas pedras fora destas limitações, desde que a menor dimensão do material de enchimento nunca seja inferior a menor abertura da malha hexagonal.

Nota 17: nos gabiões tipo colchão, o tamanho das pedras deve ser homogêneo e superior às aberturas da malha, a fim de garantir, no mínimo, duas camadas de pedras, melhor acabamento e facilitar o enchimento.

II. Acomodar as pedras apropriadamente de forma a proporcionar o menor índice de vazios no interior do gabião, com porosidade variando entre 0,30 e 0,40 em função da curva granulométrica do material de enchimento, de sua forma e do cuidado na realização deste enchimento;

Nota 18: nos gabiões tipo colchão, o índice de vazios deve estar entre 25% e 35%.

III. Completar os vazios deixado entre as pedras maiores com pedras menores, de maneira que a face externa dos gabiões apresente uma superfície regular;

IV. Para gabião do tipo caixa, realizar o enchimento em camadas de aproximadamente 0,25 m, para gabiões de 0,50 m de altura, ou 0,30 m, para gabiões de com 1,00 m de altura. A diferença entre o nível das pedras de duas celas vizinhas não deve ultrapassar 0,30m. Nos gabiões tipo saco, colocar as pedras das extremidades ao centro;

V. Prover as gaiolas de tirantes ou diafragmas que impeçam a sua deformação quando do lançamento das pedras. Os tirantes deverão ter as mesmas características técnicas e mecânicas dos arames que compõem as gaiolas, considerando que se deve:

a) Nos gabiões tipo caixa: entre as camadas, colocar dois tirantes (tensores) horizontalmente em todo metro cúbico de cada célula, amarrados a duas torções das faces frontal e posterior de cada célula;

b) Nos gabiões tipo colchão: além dos horizontais, munir de tirantes verticais a cada m<sup>2</sup>, colocando os entre as faces de baixo e as tampas do gabião;

c) Nos gabiões tipo saco: a cada metro, inserir tirantes cruzando a malha no sentido perpendicular (arame com comprimento de 1,5 vezes a circunferência do cilindro) e diametral (arame com comprimento de 3 vezes a circunferência do cilindro) das torções.

VI. Preencher cada cela até exceder sua altura em aproximadamente três centímetros, garantindo que o aspecto final a face externa dos gabiões se assemelhe ao de um muro de pedra com juntas a seco.

Nota 19: os gabiões tipo saco não necessitam de uma arrumação criteriosa.

#### 5.1.6.5. Continuidade ou finalização

I. Após o enchimento da peça, fechar a tampa costurando, da mesma maneira que a amarração entre gabiões, o seu perímetro livre a todas as bordas superiores dos painéis verticais e, sempre que possível, também à borda em contato com o gabião vizinho;

II. Sequenciar o enchimento dos gabiões de baixo para cima, de modo que o prisma a ser preenchido sempre esteja sobre outro já executado;

III. Fixar geotêxtil na aresta superior ou posterior do tardo dos gabiões (na interface entre a estrutura e o aterro), com dois pontos (realizados com mesmo arame de amarração) a cada metro, ajustando-o ao paramento interno. Prever sobreposição mínima de 30 cm ao final de cada pano ou, com equipamento adequado, proceder costura entre os painéis de geotêxtil.

#### 5.1.7. Aterro

5.1.7.1. À medida que a estrutura de contenção for subindo, executar adequadamente aterro ao seu

tardoz, observando os seguintes cuidados:

I. Escolher corretamente a jazida em função do tipo de solo, volume a ser extraído e localização;

Nota 20: para contenções impermeáveis, utilizar preferencialmente solos de material granular, como brita ou areia. Na indisponibilidade desse material, outro poderá ser empregado desde que possua granulometria adequada para evitar a colmatação dos drenos e seja aprovado pela fiscalização.

II. Tratar previamente os solos da jazida para que se apresentem destorroados, homogêneos e com umidade próxima à faixa especificada;

III. Limpar o terreno que servirá de fundação, removendo camadas vegetais, incluindo raízes, solos com matéria orgânica ou muito micáceos, turfas e eventuais entulhos ou material de bota-fora;

Nota 21: estocar o solo superficial e com matéria orgânica para posterior utilização na proteção do aterro, de modo a torna-lo mais fértil e menos suscetível à erosão.

IV. Fazer degraus em superfície com inclinação superior a 1:3 (vertical/horizontal), de forma a garantir aderência entre o terreno natural e o aterro, impedindo deslizamentos;

V. Implantar sistema de drenagem subsuperficial, e profundo quando necessário, para evitar surgência de água, superfície freática elevada ou a possibilidade de infiltração significativa que produza saturação do maciço contido;

VI. Executar o aterro, espalhando-o em camadas com espessuras compatíveis ao equipamento a ser utilizado para compactação, geralmente não superiores a 25 cm;

VII. Compactar de forma controlada utilizando compactadores manuais (tipo sapo, placas, etc.), na faixa de solo em contato com o gabião (1,0 m medida a partir da sua face posterior), e compactadores maiores e processos convencionais, nas demais áreas;

Nota 22: evitar o uso de equipamentos pesados e compactação excessiva próximo à face da estrutura de contenção.

VIII. Realizar controle da qualidade das camadas compactadas por meio de inspeção visual, conferência geométrica de acabamento e verificação da umidade e do grau de compactação;

IX. Implantar sistema de drenagem e proteção superficial.

#### 5.1.8. Cortina de contenção

5.1.8.1. Estrutura, normalmente de concreto, implantada no terreno natural com o objetivo de manter a estabilidade do solo quando da sua escavação;

5.1.8.2. É composta por sucessivas estacas, geralmente solidarizadas por meio de vigas de amarração;

5.1.8.3. As estacas podem ser executadas por:

I. Cravação, por meio de bate-estacas: quando em concreto pré-moldado;

II. Perfuração, com uso de hélice contínua ou trado: quando concretadas no local.

5.1.8.4. As dimensões (seção e comprimento), a disposição (profundidade embutida no solo, alinhamento, espaçamento, etc.) e demais especificações da estrutura são determinadas no projeto, devendo ser seguido rigorosamente;

5.1.8.5. Deve-se ainda obedecer às prescrições normativas da ABNT, especialmente as NBRs 6122, 9062, 14931 e 16258.

#### 5.1.9. Jet Grouting

5.1.9.1. Seguir as recomendações da NIT-0092 *Jet Grouting* e da NIT-0093 Impermeabilização.

#### 5.2. Proteção

### 5.2.1. Enrocamento

Nota 23: após a locação da obra, a execução do enrocamento deve ser precedida do terreno e escavação, onde a geometria projetada requerer a sua regularização.

5.2.1.1. Revestir com pedras-de-mão (diâmetro médio de quinze centímetros) as áreas sujeitas à erosão acentuada, como margens e leitos de rios, lagos ou taludes. A pedra deve atender aos índices físicos e granulometria especificados no projeto;

Nota 24: utilizar rochas resistentes ao intemperismo, preferencialmente, do tipo ígneas ou metamórficas, como granito, basalto, diabásios, gnaisses, quartzitos ou outras de características similares, desde que aprovada pela fiscalização;

5.2.1.2. Preencher os vazios remanescentes com pedras de dimensões inferiores, porém de forma a não serem arrastadas pela corrente de água;

5.2.1.3. Quando necessário, rejuntar as pedras com argamassa de cimento e areia, no traço 1:3 em volume, salvo expresso outro em projeto.

Nota 25: nessa situação, o enrocamento deverá contar com um sistema de drenagem.

### 5.2.2. Concreto ou argamassa projetados

5.2.2.1. Remover todo material solto e qualquer resíduo vegetal ou orgânico, regularizar a superfície do talude e instalar barbacãs;

5.2.2.2. Preparar o concreto ou a argamassa a ser projetado segundo orientações normativas da ABNT, especialmente as NBRs:

13070, 13044, 13317, 13069, 13597, 14026, 13354, 14278, 14279;

5.2.2.3. Jatear a mistura de concreto ou de argamassa, por mangotes de alta pressão, sobre a superfície a ser estabilizada resultando uma espessura média de 4 cm, ou conforme especificado no projeto;

5.2.2.4. Dependendo das condições geotécnicas do solo, associar a aplicação de tela metálica fina, malha de 5 a 20 cm e fios de 2 a 5 mm, fixada por chumbadores e pinçadores à superfície do talude.

### 5.2.3. Pintura betuminosa

5.2.3.1. Remover materiais soltos, resíduos vegetais ou orgânicos, regularizar a superfície do talude e instalar barbacãs;

5.2.3.2. Aplicar, por rega ou aspersão, uma camada delgada de asfalto diluído a quente ou em emulsão;

5.2.3.3. Repetir a aplicação, uma ou duas vezes, após intervalos de 24 horas entre as demãos.

Nota 26: essa proteção deve ser realizada em caráter provisório, pois se deteriora sob a influência da insolação e agentes físicos.

### 5.2.4. Grama em placa

5.2.4.1. Proceder com a limpeza, regularização e preparo da superfície com revolvimento do solo para se obter uma camada de até 0,20 m com granulação homogênea;

5.2.4.2. Deixar o solo descansar por 30 dias;

5.2.4.3. Verificar o pH do solo e, caso necessário, fazer as correções devidas;

5.2.4.4. Realizar o plantio de grama Esmeralda, ou outra prevista em projeto, em placas regulares, com tamanho mais uniforme possível, dimensões básicas 0,30 x 0,40 x 0,05 m;

Nota 27: as placas devem estar isentas de vegetação parasitária e ser plantadas tão logo sejam fornecidas, evitando o ressecamento.

Nota 28: em taludes, pode ser prevista a cravação de estacas de madeira para auxiliar na sustentação das placas.

Nota 29: dependendo do grau de exposição da área gramada, deve-se prever a instalação de proteção física, impossibilitando acesso de pessoas e animais.

5.2.4.5. Compactar apropriadamente as placas, de modo a proporcionar contato adequado das raízes ao solo;

5.2.4.6. Preencher os intervalos entre placas e entre placas e superfície com uma fina camada de terra vegetal para perfeito nivelamento;

5.2.4.7. Após plantio, proceder com a irrigação constante, na proporção de 10 litros/m<sup>2</sup>, até que as placas fiquem homoganeamente arraigadas ao terreno;

Nota 30: a irrigação pode ser suspensa em caso de chuvas.

5.2.4.8. Realizar adubação orgânica, natural ou química 40 dias após o plantio;

5.2.4.9. Remover material excedente;

5.2.4.10 Dar manutenção por um prazo de 60 dias.

5.2.5. Hidrossemeadura

5.2.5.1. Limpar, arar (a profundidade de 0,10 a 0,20 m), destorroar e nivelar a superfície do talude com equipamentos adequados;

Nota 31: a aração e gradeação devem ser realizadas no sentido longitudinal do talude, de modo a controlar processos erosivos.

5.2.5.2. Aplicar e incorporar adubos e corretivos, como especificado no projeto. Estas operações podem ser isoladas ou conjunta com a gradeação. Quando em operação única, a distribuição da mistura deve ser a mais uniforme e homogênea possível;

Nota 32: quando não especificado em projeto, aplicar o calcário à razão de 1,5 a 2,0 ton./ha. juntamente com o adubo na quantidade de 600 kg/ha da fórmula 10-20-10 (NPK) mais 5% de Enxofre (S) e micronutrientes (Zinco e Boro). O Fosfato da fórmula deve ser 100% solúvel.

5.2.5.3. Bombear e aspergir, sobre a superfície a ser protegida, uma solução aquosa contendo mistura de adubos minerais ou orgânicos, *mulch*, nutrientes, adesivos e mix de sementes de gramíneas e leguminosas consideradas promissoras e perenes;

Nota 33: as quantidades e especificidades são determinadas pela necessidade de correção do solo e de nutrição da vegetação a ser introduzida.

Nota 34: de acordo com as disponibilidades regionais de mercado deve-se utilizar consórcio de três a quatro tipos de cada família botânica, que se complementem quanto às características técnicas e paisagísticas desejadas.

5.2.5.4. Independente da umidade do solo, realizar irrigação após o plantio, na base de aproximadamente 8 litros por m<sup>2</sup>, até completo pegamento;

Nota 35: a irrigação deve ser feita cuidadosamente, sem jatos fortes, na forma de chuvisco leve e realizada nos períodos mais frescos do dia, podendo, a critério da fiscalização, ser dispensável quando da ocorrência de chuvas nesse período.

5.2.5.5. O empreiteiro deve manter esporadicamente a área plantada durante o período determinado no contrato;

Nota 36: independente da adubação recomendada na especificação, deve-se, após 3 meses da semeadura, fazer uma adubação em cobertura da área, na base de 1,5 ton./ha de calcário dolomítico e 1,0 ton./ha da fórmula 5-15-5 (NPK), acrescido de 5% de Enxofre (S), com a distribuição do adubo de forma homogênea e, de preferência, mecanizada.

5.2.5.6. A fiscalização aceitará o serviço quando, ao fim do prazo de manutenção, a área plantada:

I. Apresentar-se livre de pragas, ervas daninhas e detritos de qualquer natureza;

II. Tiver recebido todos os tratamentos especificados no contrato;

III. Exibir-se completamente (100%) coberta pela vegetação em perfeito estado de vigor e sanidade;

IV. Estiver em perfeita harmonia com o meio físico e com os elementos naturais ou artificiais, sem arestas ou ângulos vivos.

5.2.6. Biomanta

5.2.6.1. Limpar e regularizar o talude com equipamento adequado, afim de obter uma superfície uniforme;

5.2.6.2. Realizar abertura de pequenas covas que receberão o coquetel de sementes;

5.2.6.3. Aplicar (manual ou por hidrossemeadura) um composto de fertilizantes, sementes, adesivos e matéria orgânica, cujas quantidades e especificidades são determinadas pelo projeto, pois dependem das necessidades de correção do solo e de nutrição da vegetação a ser introduzida;

5.2.6.4. Abrir, no topo do talude por toda extensão a ser protegida, uma vala de 20 x 20 cm para ancoragem da biomanta;

5.2.6.5. Fixar a biomanta no fundo da vala, com auxílio de grampos de aço ou madeira espaçados a cada 50 cm, repondo e compactando, sequencialmente, o solo escavado;

Nota 37: utilizar biomanta biodegradável, preferencialmente composta por fibras naturais.

5.2.6.6.Desenrolar as faixas de biomanta sobre o talude transpassando-as lateralmente em 5 cm.

Nota 38: os transpasses também devem ser grampeados ao solo a cada 50 cm, com mesmo tipo de grampo da ancoragem.

#### 5.2.7. Geogrelha

5.2.7.1.Seguir rigorosamente as definições de projeto quanto ao tipo, a posição e o recobrimento;

5.2.7.2.Obter do fabricante uma declaração de desempenho;

5.2.7.3.Instalar cuidadosamente a Geogrelha de modo a evitar danos provocados pela circulação de operários e/ou equipamentos;

Nota 39: não aceitar mantas mal posicionadas, danificadas ou perfuradas.

5.2.7.4.Intensificar os cuidados quando prevista a compactação do solo lançado sobre a Geogrelha.

## 6. RESPONSABILIDADE

6.1 O cumprimento da presente norma é de responsabilidade de todas as áreas que atuam na gestão de obras e serviços de engenharia da DEN.

## 7. VIGÊNCIA

7.1 Esta Norma Interna entra em vigor na data de sua publicação.

## 8. OBSERVAÇÃO

8.1. Referências Legais e Normativas

8.1.1. ABNT NBR 5629 – Tirantes ancorados no terreno – Projeto e execução.

8.1.2. ABNT NBR 6122 – Projeto e execução de fundações.

8.1.3. ABNT NBR 8964 – Arames de aço de baixo teor de carbono, zincado, para gabiões e demais produtos fabricados com malha de dupla torção.

8.1.4. ABNT NBR 9061 – Segurança e escavação a céu aberto – Procedimento.

8.1.5. ABNT NBR 9062 – Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado.

8.1.6. ABNT NBR 9653 – Guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas.

8.1.7. ABNT NBR 11682 – Estabilidade de encostas.

8.1.8. ABNT NBR 13044 – Concreto projetado – Reconstituição da mistura recém-projetada.

8.1.9. ABNT NBR 13069 – Concreto projetado – Determinação dos tempos de pega em pasta de cimento Portland, com ou sem a utilização de aditivo acelerador de pega.

8.1.10. ABNT NBR 13070 – Moldagem de placas para ensaio de argamassa e concreto projetados.

8.1.11. ABNT NBR 13317 – Concreto projetado – Determinação do índice de reflexão por medição direta.

8.1.12. ABNT NBR 13354 – Concreto projetado – Determinação do índice de reflexão em placas.

- 8.1.13. ABNT NBR 13597 – Procedimento para qualificação de mangoteiro de concreto projetado aplicado por via seca.
- 8.1.14. ABNT NBR 14026 – Concreto projetado – Especificação.
- 8.1.15. ABNT NBR 14278 – Concreto projetado – Determinação da consistência através da agulha de Proctor.
- 8.1.16. ABNT NBR 14279 – Concreto projetado – Aplicação por via seca – Procedimento.
- 8.1.17. ABNT NBR 14931 – Execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras – Requisitos.
- 8.1.18. ABNT NBR 16258 – Estacas pré-fabricadas de concreto – Requisitos.
- 8.1.19. ASTM B 750, *Standard specification for galfan (zinc-5% aluminium-michmetal) alloy in ingot form for hot-deep coatings.*
- 8.1.20. ASTM B 860, *Standard specification for zinc master alloys for use in hot dip galvanizing.*
- 8.1.21. Cagece – Manual de encargos de obras de saneamento (Meos), excetuando-se os serviços previstos nas Normas Internas Técnicas (NIT) já homologadas pela Cagece.
- 8.1.22. Cagece: Norma Interna Técnica NIT-0092 *Jet Grouting* e a NIT-0093 Impermeabilização.
- 8.1.23. DNIT – Manual de vegetação rodoviária.
- 8.1.24. *Maccaferri* – Manual técnico – Obras de contenção.
- 8.1.25. Sabesp – Especificações técnicas, regulamentação de preços e critérios de medição, Ed. 2023.

## 9. ANEXOS (opcional)

- 9.1 Não se aplica.

## 10. HISTÓRICO DE REVISÕES

Documento	Revisão	Revisado por	Alteração	Data de homologação
NIT0094		-	-	06/08/2024

---

Gerardo Frota Neto - Gerente\_Gecob

---

Richard Francis Brown - Superintendente\_SOB

---

José Carlos Lima Asfor - Diretor DEN