



# **PREFEITURA MUNICIPAL DE MACEIÓ**

**PROJETO EXECUTIVO DE ESTABILIZAÇÃO E CONTENÇÃO DE  
TALUDE NA AREA DENOMINADA DE VALE DO REGINALDO IV,  
MACEIO.**

**PROJETO EXECUTIVO**

JANEIRO DE 2023

## ÍNDICE

1.

**APRESENTAÇÃO.....**  
**.....5**

**2.NORMAS**

**APLICÁVEIS.....6**

**3.LOCALIZAÇÃO**

**.....7**

**4.PRINCIPAIS**

**CONSIDERAÇÕES**

**TÉCNICAS.....8**

**5.AVALIAÇÃO DOS DADOS GEOLÓGICOS-GEOTÉCNICOS**  
**DISPONÍVEIS.....13**

5.1 Geologia.

5.2 Geotecnia.

**6.DIAGNÓSTICO**

**DA**

**SITUAÇÃO**

**ATUAL.....17**

**7.ANÁLISES**

**DE**

**ESTABILIDADE.....18**

7.1 Considerações Sobre Estabilidade.

**8.DEFINIÇÃO**

**DOS**

**PARÂMETROS**

**DE**

**RESISTÊNCIA.....16**

**9.DIMENSIONAMENTO**

**DA**

**SOLUÇÃO.....21**

**10.CONCEPÇÃO**

**DO**

**PROJETO**

**E**

**ASPECTOS**

**CONSTRUTIVOS.....26**

10.1 Considerações preliminares.

10.2 CONTENÇÃO em solo grampeado com face de concreto projetado.

10.3 Revestimento Vegetal.

10.4 Movimento de terra.

10.5 Sistema de drenagem pluvial



10.6 Identificação de interferências.

**11.RECOMENDAÇÕES.....**

**.....40**

**12.ESPECIFICAÇÕES**

**TÉCNICAS.....41**

12.1 Serviços iniciais e serviços topográficos

12.2 Limpeza do terreno

12.3 Instalação provisória

**13. DEMOLIÇÕES E**

**REMOÇÕES.....48**

13.1 - Demolições

13.2 Remanejamentos

**14. MOVIMENTO DE**

**TERRA.....53**

14.1 Escavação manual de terra/lama – material de 1ª categoria

14.2 Escavação manual de terra em cavas de fundações, valas e canais

14.3 Escavação manual em lama, com carga, descarga e transporte horizontal até 10m

14.4 Escavação em rocha – material 3ª categoria

14.5 Escavação mecanizada

14.6 Escavação para abertura de corte com bota-fora, inclusive transporte

14.7 Escavação para tratamento das fundações dos aterros, com bota-fora

14.8 Escavação mecanizada de terra em cavas de fundação, valas e canais com bota-fora

14.9 Escavação mecanizada em lama, com bota-fora

14.10 Aterro/Reaterro/Compactação – manual ou com placas vibratórias

14.11 Aterro em solo cimento com ou sem aproveitamento de material

14.12. Aterro/Reaterro - mecanizado

14.13 Aterro compactado mecanicamente

14.14 Compactação manual

14.15 Compactação mecanizada

**15. CARGAS E**  
**TRANSPORTES.....86**

**16. SERVIÇOS DE**  
**DRENAGEM.....88**

16.1 Galeria tubular de concreto, inclusive escavação, reaterro c/ areia, reaterro c/ material da própria obra, berço de concreto e bota-fora

16.2 Galeria tubular de concreto em vala com seção retangular, inclusive escavação, reaterro c/ areia, reaterro c/ material da própria obra, berço de areia e bota-fora

16.3 Galeria tubular de concreto em vala com seção trapezoidal, inclusive escavação, reaterro c/ areia, reaterro c/ material da própria obra, berço de areia envelopado por geotêxtil e bota-fora

16.4 Galeria em tubo flexível estruturado - "RIB LOC" ou similar, inclusive escavação, reaterro c/ areia, reaterro c/ material da própria obra e bota-fora

16.5 Caixa de recepção/Caixa de passagem

16.7 Dispositivos de drenagem superficial em concreto moldado no local

**17. CONTENÇÃO E PROTEÇÃO DE ENCOSTAS OU DE**  
**TALUDES.....105**

17.1 Serviços Preliminares

17.2 Escavação manual de taludes e/ou encostas, inclusive bota-fora

17.3 Aterros/reaterros compactados

17.4 Bota-fora

17.5 Escavação manual para regularização de taludes, inclusive bota-fora

17.6 Execução de ancoragens

17.7 Execução de ancoragens

17.8 Revestimento do Talude com concreto projetado

17.9 Proteção superficial de taludes

17.10 Concreto projetado



## **ANEXO I – LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO**

## **ANEXO II – PREVISÃO DE RESIDÊNCIAS A SEREM DESAPROPRIADAS**

## **ANEXO III - VOLUME DO CORTE**

## **IV – MEMÓRIA DE CÁLCULO DE DRENAGEM**



## **1. APRESENTAÇÃO**

Estamos apresentando nosso Memorial Descritivo e de Cálculo para aplicação da solução em solo grampeado na área denominada de Vale do Reginaldo, Maceió, Alagoas. O Vale do Reginaldo é composto por 1 trechos designado de Reginaldo IV.

Além deste item de apresentação, consta deste relatório a relação das normas aplicáveis, Localização, Considerações técnicas, diagnóstico da situação atual, dados geológicos -geotécnicos, Análises de estabilidades, Dimensionamento, Concepção de projeto e Especificações técnicas.

Como produto é apresentado o arranjo geral e seções contendo soluções mais aplicáveis do ponto de vista técnico-financeiro com referência a estabilidade e a drenagem pluvial, além de detalhes construtivos.

## **2. NORMAS APLICÁVEIS**

- ✓ DNIT 104/2009-ES - Terraplenagem - Serviços preliminares - Especificação de serviço;
- ✓ DNIT 106/2009-ES - Terraplenagem - Cortes - Especificação de serviço;
- ✓ DNIT 108/2009-ES - Terraplenagem - Aterros - Especificação de serviço;
- ✓ DNER-ME 092/94 - Solo - determinação da massa específica aparente, “in situ”, com emprego do frasco de areia;
- ✓ DNIT 172/2016-ME: Solos - Determinação do índice de suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas - Método de ensaio;
- ✓ DNER-ME 162/94 - Solos - ensaio de compactação utilizando amostras trabalhadas;
- ✓ NBR12102 de 11/2020 Solo — Controle de compactação pelo método de Hilf;
- ✓ DNER-ME 080/94 - Solos - análise granulométrica por peneiramento;
- ✓ DNER-ME 082/94 - Solos - determinação do limite de plasticidade;
- ✓ DNER-ME 122/94 - Solos - determinação do limite de liquidez - método de referência e método expedito;
- ✓ DNER-ME 092/94 - Solo - determinação da massa específica aparente, “in situ”, com emprego do frasco de areia;

### 3. LOCALIZAÇÃO

O trecho IV, objeto deste trabalho, está situado em um vale, denominado de Vale do Reginaldo (Figura 3.1). O vale do Reginaldo trata-se de um talvegue formado pelo rio do mesmo nome e margeado pela Av. Diegues Junior.



Figura 3.1 – Localização da área analisada

A área em estudo do **trecho 4** localiza-se entre fundos de casas situadas na Rua Diegues Junior (a jusante) e fundo de residências situadas na Rua Jose Paulino (a montante) – Figura 3.5.





Figura 3.5 – vista superior do trecho 4

## **4. PRINCIPAIS CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS**

### **4.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA.**

Para realização deste trabalho, procedeu-se uma vistoria detalhada da área a ser estabilizada, atentos, principalmente, aos aspectos relativos a riscos de vida e/ou propriedades. Foram observadas as feições topográficas e geológica - geotécnicas, que permitissem inferir sobre os movimentos de massa ocorridos.

Dentre as feições topográficas, procurou-se observar as prováveis linhas de pé de encosta e de crista, correspondentes a deslizamentos ocorridos, córregos d'água atuais ou antigos, construções existentes e outros.

O local corresponde a um talvegue formado pelo Rio Reginaldo. Ao longo de todo o vale existem taludes a esquerda e direita, posteriormente ocupadas por residências no seu entorno superior e base, sem qualquer tipo de preocupação com problemas de ordem estrutural, conforme denotam as fotografias tiradas na área. Observa-se a presença de problemas típicos das encostas sub ocupas nas regiões Metropolitanas das grandes cidades do Brasil, referentes ao acúmulo de lixo e entulhos nas encostas, lançamento de água servidas, remoção da cobertura vegetal, resultando na perda de proteção da encosta

contra a ação erosiva de águas pluviais; ocupação desordenada da área, com habitações localizadas na base e topo da encosta, sendo estas com estruturas de fundações inadequadas; inexistência de sistemas de drenagem de águas pluviais, etc. Chama-se a atenção para os riscos de deslizamentos de entulhos acumulados na encosta.

A vegetação na área é hoje representada por uma vegetação secundária. Predominam as espécies rasteiras como o capim colônia, pequenos arbustos e bananeiras. Este tipo de vegetação mostra-se desfavorável para a estabilidade das encostas e a grande maioria dos escorregamentos ocorre em áreas cobertas por estes vegetais. Devido a seu porte com cerca de 1 m de altura e a sua grande extensão horizontal em alguns trechos, retém água das precipitações diminuindo o escoamento superficial provocando infiltração para o subsolo. Suas raízes quase superficiais e pouco ramificadas, tornam a camada superior do solo bastante permeável e se constituem num fator contribuinte para a infiltração.

O trecho 4 (Reginaldo IV) possui 100 m de extensão, 30 m de largura e altura máxima de 32 m. A inclinação varia de 55° a 70°. O acesso ao talude para equipamentos e retirada de material deverá ser efetuado por montante (topo) ou jusante (base) sempre através dos fundos das residências.

Em todas as áreas existem precários sistemas de drenagem nas ruas situadas ao topo, porém toda a água drenada nas vias e/ou telhados de residências situadas no topo é lançada diretamente na encosta o que provocou várias erosões.

Algumas áreas desnudadas podem ser observadas ao longo dos taludes, o que caracterizam movimentos de ruptura superficiais. Este material solto está sendo conduzido para a calha do Rio Reginaldo.

Em algumas áreas as residências situadas na base do talude avançaram na direção dos taludes e construíram alvenarias de arrimo. A maioria delas é constituída de blocos cerâmicos sem nenhum acompanhamento técnico.



Existem varias residências situadas na linha de topo e base do talude em constante risco, principalmente nos períodos de grande pluviosidade.

#### **4.2 DADOS DISPONÍVEIS**

Foi solicitado o levantamento planialtimétrico cadastral da área, assim como, sondagem à percussão principalmente ao topo do talude. A sondagem com medida de SPT, tiveram como finalidade de caracterização do material envolvido no problema e avaliação de suas características geotécnicas de interesse ao estudo de estabilidade.

Nesta etapa de projeto não foram coletadas amostras indeformadas, deixando este estudo para a próxima etapa.

A Tabela 1 mostra um resumo das sondagens efetuadas.

Tabela 1- Resumo de investigações de campo solicitadas e executadas

Trecho	Sondagem	Comp. total (m)	Nível D'água (m)	Coordenadas
4 (Reginaldo IV)	SP-101	18,04	Não encontrado	X: 0200702.00 Y: 8931232.00

Como pode ser visto na Tabela 1 foi executado 1 furo de sondagem no trecho sempre ao topo do talude.

### **5. AVALIAÇÃO DOS DADOS GEOLOGICOS-GEOTECNICOS DISPONIVEIS**

#### **5.1 GEOLOGIA**

A maior parte do Município de Maceió está situado na formação geológica denominada de Formação Barreiras.

O Domínio é formado por sedimentos arenosos, inconsolidados, mal selecionados, arrançados em camadas sub-horizontais, com espessura variável

podendo atingir 50m. Apresenta intercalações de corpos argilosos descontínuos e de pouca espessura. Origina solos arenosos desestruturados, com elevada porosidade e permeabilidade, baixa resistência ao cisalhamento, favorecendo aos efeitos erosivos e surgimento de voçorocas.

Nas áreas adjacentes aos contatos com o solo residual do embasamento, são comuns encostas longas e sinuosas com vertentes fortemente inclinadas a subverticais, e surgências de água subterrânea. Todo esse quadro natural de susceptibilidade para acidentes é comprovado pelo grande número de pontos de risco distribuídos em vários setores desse conjunto de encostas. Acrescido dos efeitos contínuos e progressivos da sua ocupação inadequada, estabelece condições particulares de risco real e potencialidade para acidentes em múltiplos pontos.

Os vales que entalham os sedimentos Barreiras são encaixados e têm um desnível altimétrico geralmente superior a 30m, constituindo afluentes de 1ª e 2ª ordens. Sobre esses vales se formaram descontinuamente as planícies fluviais, as quais constituem uma unidade geomorfológica à parte.

Com relação a geotecnia, a base da Formação Barreiras é composta por múltiplas camadas maciças de areias seixosas, grossas e médias, matriz algo argilosas, esbranquiçadas a amareladas, inconsolidadas, mal selecionadas, textura granular, estratos planos, cruzados e estruturas de canal. Raros corpos descontínuos de argila complementam o arranjo da unidade acima da superfície da discordância. Na vertical, evolui para um conjunto de camadas arenosas de textura grossa a média contendo fragmentos de rochas e clastos de argila, matriz levemente argilosa, intercaladas com areias médias à fina, silte e corpos argilosos avermelhados lenticulares e/ou descontínuos em contato brusco, acima e abaixo, com materiais arenosos.

A Tabela 5.1 apresenta um resumo dos parâmetros geotécnicos típicos, para a formação Barreiras.

Classificação		Solo residual: areno-siltoso / areno-argiloso
Limite de liquidez - LL (%)		42,9
Índice de plasticidade – IP (%)		14,4
Peso específico natural (kN/m <sup>3</sup> )	mínimo	15
	máximo	18
	médio	16,7
Peso específico saturado (kN/m <sup>3</sup> )	mínimo	21,3
	máximo	28,5
	médio	26,3
Coesão (kPa)	mínimo	8,2
	máximo	40,8
	médio	18
Ângulo de atrito (°)	mínimo	28,3
	máximo	33
	médio	31
N - SPT	prof. de 3 m	6
	prof. de 19 m	16

Tabela 5.1 – Principais parâmetros geotécnicos da Formação Barreiras

A Figura 5.1 apresenta a carta geológico-geotécnica da cidade de Maceió.



Figura 5.1 – carta geológico-geotécnica da cidade de Maceió

## 5.2 GEOTECNIA

Foram executadas 1 furo de sondagem em cada trecho, totalizando 5 sondagens à percussão. A seguir é descrito os perfis de sondagens.



#### 5.2.1 – Trecho 4 (Reginaldo IV)

O perfil de sondagem típico apresentou uma camada de aterro com espessura de até 1,00 m, sobrejacente ao solo maduro, formado por silte argiloso médio até a profundidade de 10m, seguido de silte argiloso duro, com menos intemperismo, até o limite de sondagem.

Não foi observada a presença de nível d'água.

## **6. DIAGNOSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL**

Para a elaboração deste projeto foi realizada uma visita técnica com vistoria detalhada da área a ser estabilizada, considerando principalmente, os aspectos relativos a riscos de vida e/ou propriedades. Foram observadas as feições topográficas e geológico-geotécnicas, que permitissem inferir sobre os movimentos de massa ocorridos e processos erosivos instalados.

Dentre as feições topográficas, procurou-se observar as prováveis linhas de pé de encosta e de crista, correspondentes a deslizamentos ocorridos, caminhos d'água atuais ou antigos, construções existentes e outros.

Além de cunhas de cisalhamento ao longo dos 5 trechos, foram identificados pontos de erosão generalizados. As principais causas tanto das erosões como das cunhas de ruptura podem ser enumeradas:

- ✓ Ausência de sistema de drenagem a montante dos taludes;
- ✓ Solo que remonta a formação Barreiras, constituído de matérias granulares, com pouco fator coesivo;
- ✓ Ausência de proteção superficial nos taludes;
- ✓ Topografia com ângulos de corte muito agressivo par este tipo de material;
- ✓ Cortes e aterros sem critérios por parte da população local.

## **7. ANÁLISE DE ESTABILIDADE**

### ***7.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE ESTABILIDADE.***

A Norma NBR-1682 – Estabilidade de Encostas ressalta no seu item 7.5 que o Fator de Segurança (FS) têm a finalidade de cobrir as incertezas naturais das diversas etapas de projeto e construção. Dependendo dos riscos envolvidos, deve-se inicialmente enquadrar o projeto em uma das seguintes classificações de Nível de Segurança, definidas a partir da possibilidade de perdas de vidas humanas (Tabela 7.1) e de danos materiais e ambientais (Tabela 7.2). O fator de segurança mínimo a ser adotado no projeto, levando-se em conta os graus de segurança preconizados nos Tabelas 7.1 e 7.2, deverá ser obtido de acordo com o Tabela 7.3.

Os fatores de segurança indicados na Tabela 7.3 referem-se às análises de estabilidade interna e externa do solo, sendo independentes de outros fatores de segurança recomendados por normas de dimensionamento dos elementos estruturais de obras de contenção, como do concreto armado, de tirantes injetados no terreno e de outros.

Entende-se por estabilidade interna aquela que envolve superfícies potenciais de escorregamento locais, a serem estabilizadas pela estrutura de contenção, como no caso de uma cunha de empuxo ativo. Por outro lado, a estabilidade externa é aquela que envolve superfícies de escorregamento globais. No caso de estruturas de arrimo suportadas por tirantes, tiras, grampos ou geossintéticos, por exemplo, as superfícies locais interceptam os elementos de reforço (estabilidade interna), enquanto que as superfícies globais não interceptam esses elementos, por serem a eles externas (estabilidade externa).



Tabela 7.1.- Nível de segurança desejado contra a perda de vidas humanas (NBR 1682).

Grau de segurança	Critérios
Alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Áreas urbanas com intensa movimentação e permanência de pessoas, como edifícios públicos, residenciais, comerciais e industriais, escolas, hospitais, estádios, praças e demais locais, urbanos ou não, com possibilidade de elevada concentração de pessoas.</li> <li>- Ferrovias. Rodovias de tráfego intenso.</li> </ul>
Médio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Áreas e edificações com movimentação e permanência restrita de pessoas.</li> <li>- Rodovias de tráfego moderado.</li> </ul>
Baixo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Áreas e edificações com movimentação e permanência eventual de pessoas.</li> <li>- Rodovias de tráfego baixo.</li> </ul>

Adotado nível alto com relação a perda de vidas humanas, uma vez que tanto a montante como jusante dos taludes são observadas residências.

Tabela 7.2.- Nível de segurança desejado contra danos materiais e ambientais (NBR 1682).

Grau de segurança	Critérios
Alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Propriedades</u>: Locais junto a propriedades de alto valor histórico, social ou aquisitivo, obras de grande porte e áreas que afetem serviços essenciais.</li> <li>- <u>Dano ambiental</u>: Locais sujeitos a acidentes com dano ambiental elevado, como junto a oleodutos, barragens de rejeito, fábricas de produtos tóxicos e outras.</li> </ul>
Médio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Propriedades</u>: Locais junto a propriedades de valor médio.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Dano Ambiental</u>: Locais sujeitos a acidentes com dano ambiental moderado.</li> </ul>
Baixo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Propriedades</u>: Locais junto a propriedades de valor baixo.</li> <li>- <u>Dano ambiental</u>: Locais sujeitos a acidentes com dano ambiental baixo.</li> </ul>

Adotado nível alto com relação aos danos materiais e ambientais, uma vez que tanto a montante como jusante dos taludes são observadas residências e vários equipamentos públicos.

Tabela 7.3.- Fatores de segurança mínimos para deslizamentos.

Grau de segurança Perdas de vidas Grau de segurança Perdas materiais e ambientais	Grau de segurança		
	Alto	Média	Baixo
Alto	1,5	1,4	1,3
Médio	1,4	1,3	1,2 <sup>(*)</sup>
Baixo	1,4	1,3	1,10 <sup>(*)</sup>

(\*) A adoção de fatores de segurança iguais ou inferiores a 1,2 só será permitida quando os parâmetros de resistência do solo puderem ser confirmados por retroanálise, para as condições mais desfavoráveis de poro-pressões.

No caso de estabilidade de blocos rochosos os fatores de segurança podem ser parciais, incidindo sobre  $\gamma$ ,  $\phi$ ,  $C'$ , em função da incerteza sobre estes parâmetros, devendo ser justificado pelo projetista. Deve-se também adotar um fator de segurança mínimo sobre o método de cálculo empregado, igual a 1,1

Segundo a Tabela 7.3 a norma recomenda um fator de segurança mínimo de 1,50, considerando Grau Alto para perdas humanas e Grau Alto para perdas materiais e ambientais.

## 8. DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS DE RESISTÊNCIA

Para a análise de estabilidade dos taludes utilizou-se o método de Morgenstern-Price, supondo a hipótese de ruptura do tipo circular, a qual é característica de massas aproximadamente homogêneas, como no caso em estudo.

Para as análises foi utilizado o Programa PC-SLOPE. Este software realiza até 10 interações para sua convergência. Para determinar a geometria das cunhas prováveis de deslizamento é dado como “input” uma matriz de pontos e linhas de tangencia que determina a área de investigação. Desta forma são estudadas aproximadamente 100 superfícies de escorregamento, constituídos de círculos rasos e profundos, sendo cada superfície subdividida em 15 fatias.

De forma a representar a presença de edificações e vias nas análises, foram adotadas sobrecargas distribuídas de 20 kPa onde pertinente.

Para o cálculo do comprimento ancorado dos grampos, foi adotada uma taxa de adesão solo-nata de 50 KN/m<sup>2</sup>, considerando o diâmetro do grampo de 0,10

m, tem-se 15,7 KN/m. Os valores foram adotados com base em ensaios de arrancamento em solos similares. Porém deverá ser confirmado através de ensaios a serem realizados na obra.

A tabela 8.1 apresenta as principais características para os grampos utilizados.

PARAMETRO	UNIDADE	VALOR
Resistência ao arrancamento	KPa	50
Fator de redução da resistência	Unidade	1
Diâmetro do grampo	M	0,1
Espaçamento horizontal entre grampos	M	1,5
Capacidade de tração	KN	80
Fator de redução da tração	Unidade	1
Resistência ao cisalhamento	KN	25
Fator de redução da resistência ao cisalhamento	Unidade	1
Espaçamento dos grampos	M	1,5 x 1,5

Tabela 8.1 – Principais características dos grampos utilizados

Duas análises foram efetuadas. A primeira com relação a situação atual. A segunda análise teve como objetivo avaliar a elevação do fator de segurança após a aplicação da solução proposta para a estabilização, ou seja, a aplicação de contenção em solo grampeado. Esta análise também serviu para estimar o comprimento dos grampos.

Para definição dos perfis estratigráficos geotécnicos foi utilizada a sondagem mais próxima. Não foi considerada a presença do nível d'água nas análises. O perfil do maciço está composto por uma intercalação de camadas de material argilo silteoso, silte arenoso e argilo arenoso com coloração avermelhada e esbranquiçada, estes materiais podem ser, melhor observados na face das erosões e cunhas rompidas.

Foram utilizados os seguintes parâmetros de resistência nas análises de estabilidade de taludes, com base em associações indiretas com a resistência à penetração (Nspt) – Tabela 8.2.

Seção 3	Parâmetros de Resistência		
	Ângulo de Atrito	Coesão C' (kPa)	Peso específico (KN/m <sup>3</sup> )
Solo 1 – aterro	25	5	16
Solo 2 – silte argiloso	32	12	17

Tabela 8.2 – Parâmetros de Resistência

Foram traçadas 5 seções para análises, sendo uma em cada trecho em estudo. Para escolha das seções analisadas, dois critérios foram adotados: Representatividade e geometria desfavorável. A Tabela 8.3 relaciona as seções analisadas.

AREA	SEÇÃO ANALISADA
1	S-55,00m
2	S-35,00m
3	S-80,00m
4	S-0,00m
5	S-60,00m

Tabela 8.3 – Seções analisadas.

As saídas gráficas das análises estão apresentadas a seguir:

No trecho **4** foi selecionada a seção 0,00m para análise de estabilidade de talude. A Figura 8.7 mostra a seção analisada.

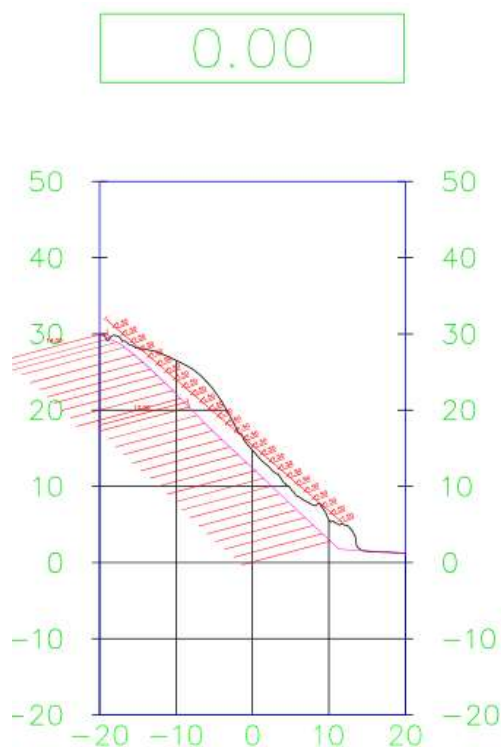


Figura 8.7 – Seção transversal – Seção 0,00m

Os resultados obtidos podem ser visualizados na tabela abaixo:

Análise de Estabilidade - método de Morgenstern- Price		
Seção	Parâmetros Inundados	FS - Fator de Segurança Mínimo
Seção 0,00m	Condição atual	1,12

Tabela 8.7 – Análise de Estabilidade

Como pode ser visto na tabela, os fatores de segurança mínimos obtidos para as análises utilizando parâmetros inundados foi inferior ao mínimo recomendado para esta análise, que é de 1,50.

Na Figura 8.8 é apresentado o resultado da análise efetuada para a condição atual.

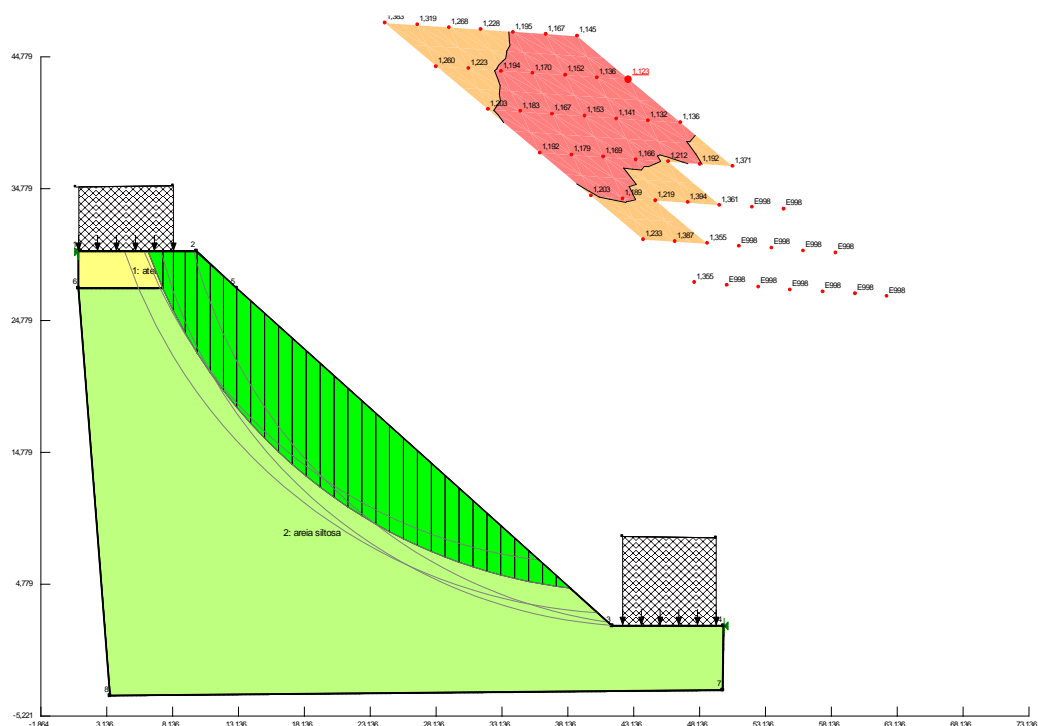


Figura 8.8 – Seção 0,00m, Condição atual, parâmetros inundados

#### Slice 1 - Morgenstern-Price Method

Factor of Safety 1,123

Phi Angle 25 °

C (Strength) 5 kPa

C (Force) 15,082 kN

Pore Water Pressure 0 kPa

Pore Water Force 0 kN

Pore Air Pressure 0 kPa

Pore Air Force 0 kN

Phi B Angle 0 °

Slice Width 1,1217 m

Mid-Height 1,4 m

Base Length 3,0163 m

Base Angle -68,169 °

Anisotropic Strength Mod. 1

Applied Lambda 0,94

Weight (incl. Vert. Seismic) 25,125 kN

Base Normal Force 82,52 kN

Base Normal Stress 27,358 kPa

Base Shear Res. Force 53,561 kN

Base Shear Res. Stress 17,757 kPa

Base Shear Mob. Force 47,691 kN



Base Shear Mob. Stress 15,811 kPa  
Left Side Normal Force --- kN  
Left Side Shear Force --- kN  
Right Side Normal Force 58,786 kN  
Right Side Shear Force 6,0642 kN  
Horizontal Seismic Force 0 kN  
Point Load 0 kN  
Reinforcement Load Used 0 kN  
Reinf. Shear Load Used 0 kN  
Surcharge Load 55,875 kN  
Polygon Closure 0,5835 kN  
Top Left Coordinate 6,2673097; 30 m  
Top Right Coordinate 7,3889634; 30 m  
Bottom Left Coordinate 6,2673097; 30 m

## **9. DIMENSIONAMENTO DA SOLUÇÃO**

Como já ressaltado, duas análises foram efetuadas. A primeira com relação a situação atual. A segunda análise teve como objetivo avaliar a elevação do fator de segurança após a aplicação da solução proposta para a estabilização, ou seja, a aplicação de contenção em solo grampeado. Esta análise também serviu para estimar o comprimento dos grampos.

### **9.1 – Trecho 4 (Reginaldo IV).**

No Trecho **4** foi selecionada a seção 0,00m para análise de estabilidade de talude.

Na Figura 9.7 mostra a seção analisada.



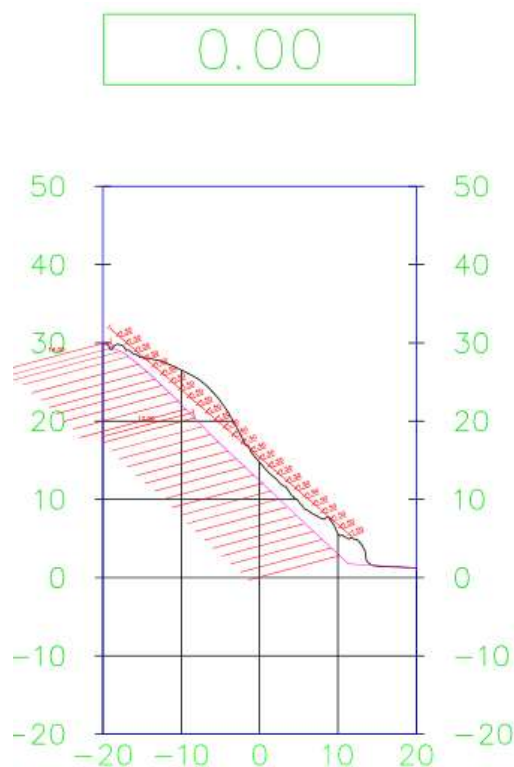


Figura 9.7 – Seção transversal – Seção 0,00m

Os resultados obtidos podem ser visualizados na tabela abaixo:

Análise de Estabilidade - método de Morgenstern- Price		
Seção	Parâmetros Inundados	FS - Fator de Segurança Mínimo
Seção 0,00m	Solução Proposta	1,50

Tabela 9.4 – Análise de Estabilidade

Com a aplicação da proposta para estabilização do talude parte em solo grampeado e parte em retaludamento com gramagem, o fator de segurança é elevado para 1,50, portanto igual ao valor recomendado para a análise, que endossa a alternativa proposta.

Na Figura 9.8 é apresentado o resultado da análise efetuada considerando a aplicação da solução proposta, ou seja contenção em solo grampeado.

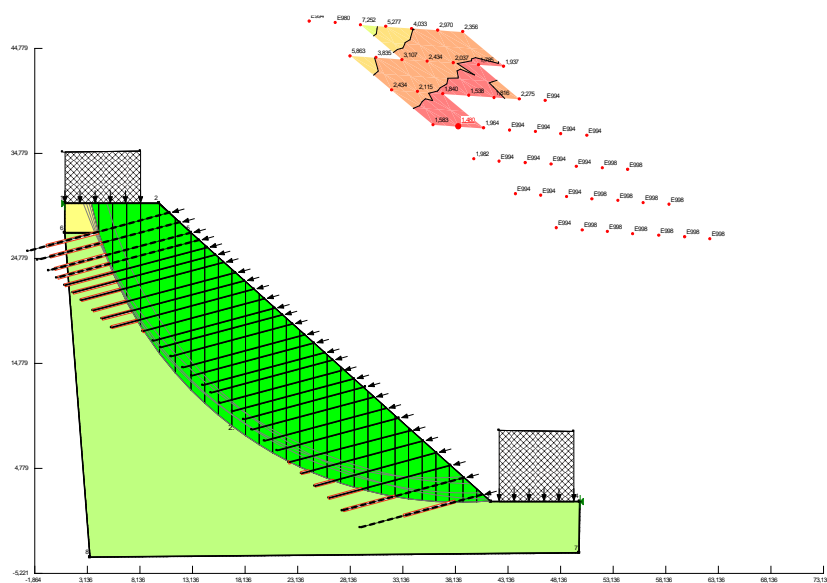


Figura 9.8 – Seção 0,00m, solução proposta

Slice 1 - Morgenstern-Price Method

Factor of Safety 1,480

Phi Angle 25 °

C (Strength) 5 kPa

C (Force) 14,433 kN

Pore Water Pressure 0 kPa

Pore Water Force 0 kN

Pore Air Pressure 0 kPa

Pore Air Force 0 kN

Phi B Angle 0 °

Slice Width 0,70214 m

Mid-Height 1,4 m

Base Length 2,8867 m

Base Angle -75,923 °

Anisotropic Strength Mod. 1

Applied Lambda 0,49012

Weight (incl. Vert. Seismic) 15,728 kN

Base Normal Force 48,845 kN

Base Normal Stress 16,921 kPa

Base Shear Res. Force 37,21 kN

Base Shear Res. Stress 12,89 kPa

Base Shear Mob. Force 25,135 kN

Base Shear Mob. Stress 8,7071 kPa

Left Side Normal Force --- kN

Left Side Shear Force --- kN

Right Side Normal Force 26,914 kN

Right Side Shear Force 0,76667 kN

Horizontal Seismic Force 0 kN

Point Load 0 kN



Reinforcement Load Used 10,667 kN  
 Reinf. Shear Load Used 16,667 kN  
 Surcharge Load 34,695 kN  
 Polygon Closure 0,88056 kN  
 Top Left Coordinate 3,5047972; 30 m  
 Top Right Coordinate 4,2069373; 30 m  
 Bottom Left Coordinate 3,5047972; 30 m  
 Bottom Right Coordinate 4,2069373; 27,2 m

#### 9.1 – Trecho 4 (Reginaldo V).

No trecho **5** foi selecionada a seção 60,00m para análise de estabilidade de talude. A Figura 9.9 mostra a seção analisada.

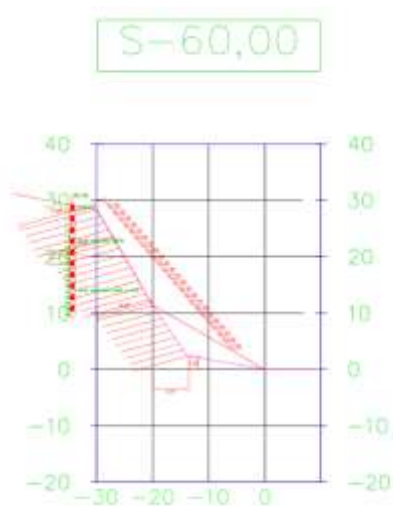


Figura 9.9 – Seção transversal – Seção 60,00m

Os resultados obtidos podem ser visualizados na tabela abaixo:

Análise de Estabilidade - método de Morgenstern- Price		
Seção	Parâmetros Inundados	FS - Fator de Segurança Mínimo
Seção 60,00m	Solução Proposta	1,52

Tabela 9.5 – Análise de Estabilidade

Com a aplicação da proposta para estabilização do talude parte em solo grampeado e parte em retaludamento com gramagem, o fator de segurança é elevado para 1,52, portanto próximo ao valor recomendado para a análise, que endossa a alternativa proposta.

Na Figura 9.10 é apresentado o resultado da análise efetuada considerando a aplicação da solução proposta, ou seja contenção em solo grampeado.

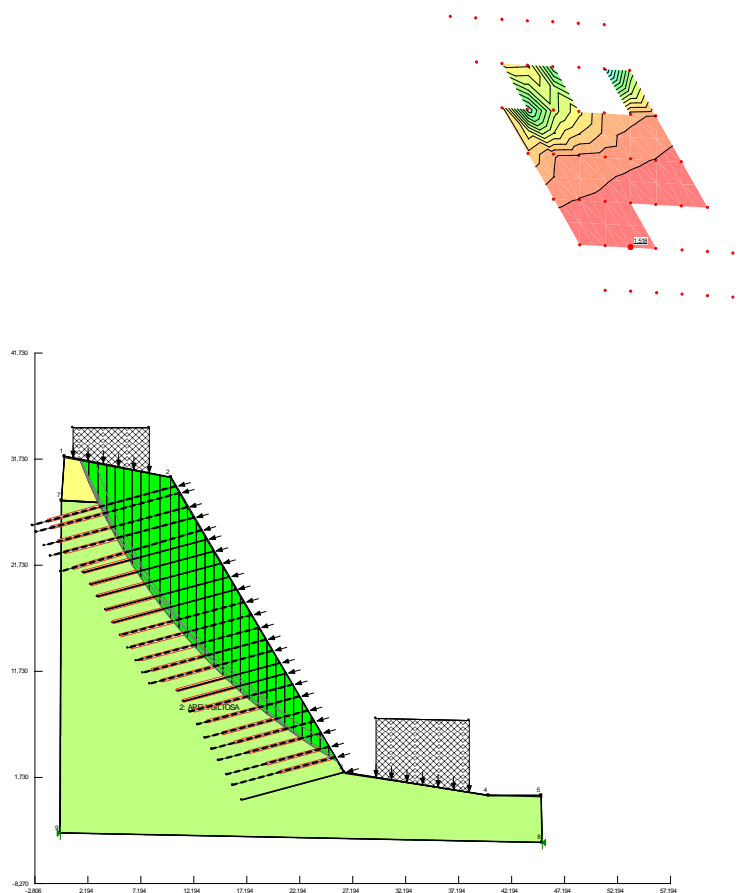


Figura 9.10 – Seção 60,00m, solução proposta

Slice 1 - Morgenstern-Price Method

Factor of Safety 1,518

Phi Angle 25 °

C (Strength) 5 kPa

C (Force) 11,652 kN

Pore Water Pressure 0 kPa

Pore Water Force 0 kN

Pore Air Pressure 0 kPa

Pore Air Force 0 kN



Phi B Angle	0 °
Slice Width	0,87755 m
Mid-Height	0,99172 m
Base Length	2,3305 m
Base Angle	-67,88 °
Anisotropic Strength Mod.	1
Applied Lambda	0,68566
Weight (incl. Vert. Seismic)	13,925 kN
Base Normal Force	84,181 kN
Base Normal Stress	36,122 kPa
Base Shear Res. Force	50,907 kN
Base Shear Res. Stress	21,844 kPa
Base Shear Mob. Force	33,538 kN
Base Shear Mob. Stress	14,391 kPa
Left Side Normal Force	--- kN
Left Side Shear Force	--- kN
Right Side Normal Force	65,328 kN
Right Side Shear Force	5,0557 kN
Horizontal Seismic Force	0 kN
Point Load	0 kN
Reinforcement Load Used	0 kN
Reinf. Shear Load Used	0 kN
Surcharge Load	53,877 kN
Polygon Closure	0,59525 kN
Top Left Coordinate	1,4098654; 31,718027 m
Top Right Coordinate	2,2874155; 31,542517 m
Bottom Left Coordinate	1,4098654; 31,718027 m
Bottom Right Coordinate	2,2874155; 29,559078 m

Deve se ressaltar que antes de se iniciar as obras de contenção em solo grampeado, é necessária a realização de ensaios de arrancamento, tendo por objetivo determinar o coeficiente de adesividade entre o solo e a calda de cimento endurecida. O objetivo destes ensaios é confirmar os valores admitidos no dimensionamento.

## **10. CONCEPÇÃO DO PROJETO E ASPECTOS CONSTRUTIVOS**

Neste item são apresentadas as premissas adotadas para a concepção do projeto de estabilização do talude, bem como aspectos construtivos correspondentes.



Em todos os trechos foi padronizada a solução em solo grampeado com face em concreto projetado. Esta solução tem se mostrado muito eficiente no controle da estabilidade e erosão. Entre as diversas vantagens deste método estão:

- Baixo custo se comparada a outras soluções de estabilização;
- Equipamentos leves;
- Método executivo de cima para baixo, “atacando” o trecho inferior somente após o trecho superior ter sido estabilizado;
- Execução em taludes inclinados;
- Adaptável a situação do terreno.

As etapas executivas envolvem a sequencia abaixo:

- ✓ Limpeza da área, com a retirada de mato, lixo e entulho sobre a supercílio do talude;
- ✓ Remoção de interferências tais como estruturas em concreto, paredes em alvenaria, etc.
- ✓ Regularização da face do talude;
- ✓ Obras auxiliares tais como relocação/execução de tubulações pluviais e águas servidas;
- ✓ Estabilização do talude com a técnica de solo grampeado;
- ✓ Aplicação de hidrossemeadura, onde indicado;
- ✓ Implantação do sistema de drenagem superficial;

Deve se levar em consideração as possíveis interferências e limitações que possam existir ao se trabalhar em áreas de ocupação desordenada, tais como ligações clandestinas, tubulações de esgoto etc.

#### 10.1 Considerações preliminares

A ruptura de um talude nunca ocorre devido apenas um fato, mas uma sucessão de acontecimentos. Normalmente a bibliografia técnica tenta separar o que seria agentes predisponentes e agentes efetivos. Os agentes predisponentes referem-se principalmente a geometria do talude associados a ações humanas, tais como lançamento de águas no talude, cortes e aterros sem critério técnico, fundações inadequadas das residências, cobertura vegetal, etc. Já os agentes efetivos estão associados basicamente a presença de água, seja pluvial, seja servida.

Talude teoricamente é uma massa de solo submetido a três campos de forças: uma devido ao peso, outra por causa do escoamento de água e a última pela resistência ao cisalhamento. Quando estudamos a análise de estabilidade dos taludes temos que levar em consideração a influência dessas forças, a primeira e a segunda somam-se movimentando a massa de solo encosta abaixo, já que a última funciona como um freio impedindo a movimentação do maciço.

A necessidade de verificação da estabilidade de taludes acontece quando há possibilidade de escorregamentos ou movimentos de massa, provocados pelo desequilíbrio entre os três campos de forças que atuam na massa de solo aumentando as solicitações (tensões cisalhantes) e também reduzindo a resistência. O aumento das tensões acontece em geral através: das sobrecargas no topo (aterros, construções, etc.), do descarregamento na base (cortes, escavações, erosões, etc.). Já os fatores que reduzem a resistência são: intemperismo dos minerais, modificações estruturais (fissuração, amolgamento, etc.) e aumento das poro-pressões.

Inicialmente as investigações para análise de estabilidade de taludes eram orientadas principalmente para resolver problemas de instabilidade em casos particulares e, por este motivo, as pesquisas enfatizavam técnicas de investigação de campo e o desenvolvimento de modelos determinísticos e probabilísticos. No entanto, a heterogeneidade do ambiente natural em escala regional e grande variabilidade das propriedades geotécnicas vão de encontro à homogeneidade exigida pelos modelos determinísticos.



Para equacionar esta diferença, seriam necessárias caracterizações geológico-geotécnicas mais detalhadas, as quais levariam a um consumo grande de tempo e gastos elevados, principalmente em função das investigações de campo necessárias para suprir a grande quantidade de dados exigida. Este fato faz com que estes métodos não sejam aplicáveis para grandes áreas de estudo.

Para resolver esse problema, vários outros tipos de análise de estabilidade de encostas têm sido desenvolvidos. Estas análises conduzem a identificação do evento perigoso, com base no estudo cuidadoso da condição natural do meio físico, e dos possíveis mecanismos que possam gerar instabilidade, bem como a análise dos parâmetros possivelmente envolvidos nestes processos.

O tipo de análise utilizada em cada estudo irá depender em muito do tamanho da área estudada, da disponibilidade de tempo, da disponibilidade de dados existentes e, sobretudo dos recursos financeiros disponíveis para a sua realização.

Em vista da facilidade e simplicidade de uso os métodos determinísticos ainda são os mais utilizados pelos profissionais da área de geotecnia. Têm como vantagem a obtenção de valores quantitativos de estabilidade e eficácia comprovada em áreas de pequena extensão.

Independente do método utilizado os resultados obtidos são expressos na forma de fatores de segurança (FS), podendo, no entanto ser adaptados também para a quantificação dos fatores críticos, tais como a declividade e níveis de água.

O FS vai indicar o grau de estabilidade de um talude e ainda a superfície de ruptura crítica, quando este é mínimo. Na prática dos projetos de engenharia o valor limite entre a condição estável e instável de um talude ou encosta é classicamente considerado como 1,5, sendo que  $FS \leq 1,5$  indica que o talude está instável ou na eminência de romper e  $FS > 1,5$  indica a condição de estabilidade. Outras literaturas adotam 1,0 como sendo o valor limite para o qual são feitas as mesmas análises acima.



## 10.2 Contenção em solo grampeado com face de concreto projetado

Solo grampeado, do inglês soil nailing, teve sua origem na execução de suportes de galerias e túneis escavados pelo método, denominado NATM (New Austrian Tunneling Method). Após a escavação, o maciço é contido com uma camada de tela metálica, concreto projetado e são instalados grampos curtos radiais, através de perfuração ou percussão, seguido da injeção de nata de cimento. Após sua aplicação em rocha, foram feitas pesquisas da aplicação da técnica em rochas mais fraturas, e finalmente em solo, recebendo assim o nome de solo grampeado.

É uma técnica muito utilizada e bastante eficaz para estabilização de taludes, rompidos e provenientes de escavações. A estabilidade do maciço é obtida com a inclusão de grampos, que trabalham por atrito lateral, criando uma massa de solo que atua como a estrutura de um muro de gravidade. O revestimento de face do talude não exerce papel estrutural, sendo que somente necessário para proteção contra a erosão.

A técnica consiste na contenção do maciço com a execução de chumbadores ou grampos, concreto projetado e drenagem. Os chumbadores promovem a estabilização geral de maciço, o concreto projetado a estabilidade superficial do talude e a drenagem age em ambos os casos.

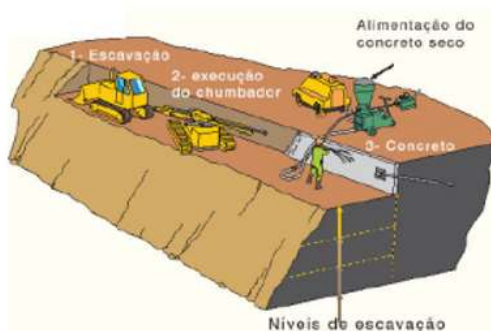
Abaixo serão apresentados os procedimentos executivos, tipos de rupturas de taludes em solo grampeado, dimensionamento, instrumentação e métodos de monitoramento do solo grampeado.

### 10.2.1- Procedimentos Executivos

A contenção em solo grampeado de taludes resultantes de corte, mecânica ou manualmente, é realizada em fases sucessivas de cima para baixo sendo o processo construtivo constituído por três etapas principais nesta ordem: escavação, instalação dos grampos e estabilização do parâmetro (Figura 10.1).

Em virtude das condições do terreno, a ordem da instalação dos grampos e da estabilização do parâmetro pode ser invertida (ZIRLIS et al. 1999).

Figura 10.1 Sequência executiva



Fonte: (ZIRLIS et al., 1999)

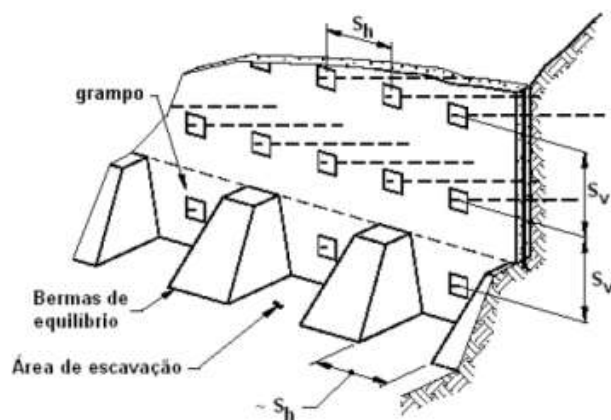
#### 10.2.2 Primeira etapa: Escavação

Conforme já descrito, as escavações podem ser executadas mecanicamente ou manualmente, devendo-se observar a altura máxima permitida para a escavação, de modo a manter a estabilidade provisória do terreno até a instalação final do paramento.

Inicia-se o corte do solo na geometria do projeto. As escavações são geralmente realizadas em bancadas, com profundidades variando entre 1 a 2m, em função do tipo de solo.

A escavação deve manter-se estável até o momento da perfuração e do concreto projetado; se o solo não se sustentar pelo período necessário, a frente de escavação deve ser estabilizada imediatamente, invertendo assim a ordem da segunda e terceira etapas. Uma das vantagens do solo grampeado é a escavação em módulos e bancadas, mantendo sempre o talude estável (Figura 10.2).

Figura 10.2 Processo de escavação em bancadas



Fonte: (Lima, 2007).

### 10.2.3 Segunda etapa: Perfuração e Instalação dos Grampos

- **Perfuração**

As perfurações geralmente são executadas com equipamentos leves e de fácil manuseio, escolhidos em função do diâmetro e profundidade do furo, além da área de trabalho. Como fluido para a perfuração e limpeza de furo pode ser utilizado água, ar, lama bentonítica ou nenhum deles ao se optar por trados helicoidais, sendo mais comum a utilização de ar comprimido ou água.

Os chumbadores têm usualmente inclinação abaixo da horizontal variando de 5 a 30 graus. A escolha do método de perfuração deve garantir que a seção permaneça estável até que a injeção seja concluída. Em caso onde seja utilizada a lama bentonítica, deverá ser feita uma lavagem eficiente da lama com a calda de cimento para que se garanta o não prejuízo do atrito lateral.

- **Instalação dos Grampos**

Na sua maioria os chumbadores são montados “in loco”, podendo ser metálicos, de fibra de vidro resinando ou similares. O usual na construção civil são as barras de aço.

Os grampos utilizados não podem perder suas características ao longo do tempo. No caso das peças metálicas, elas deverão receber tratamento anticorrosivo adequado (resinas epóxi ou pintura eletrolítica). Como sugestão de proteção, pode-se adotar a norma NBR 5629 emitida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT 1996), considerando o grampo como sendo o trecho ancorado de um tirante (Tabela 4.1). No caso da utilização de barras de fibra, não há necessidade de tal procedimento, pois o material é imune à corrosão.

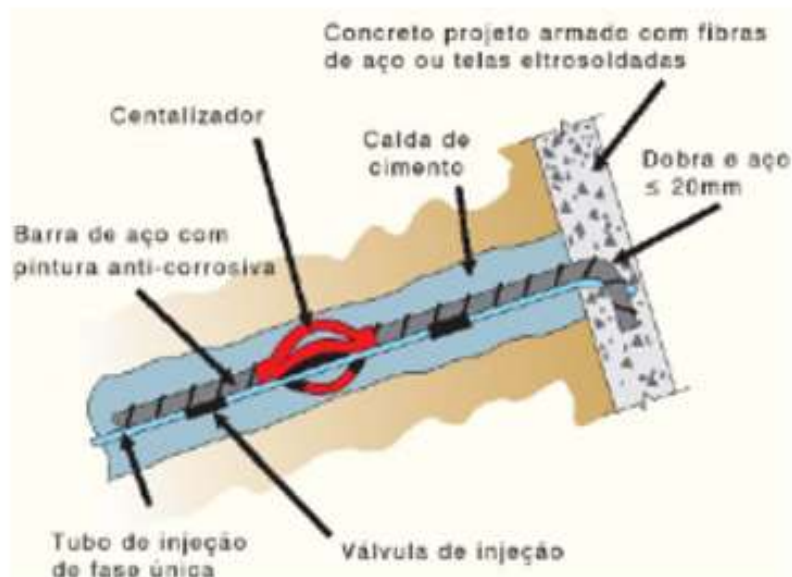
**Tabela 8.1: Proteção dos chumbadores**

Classe	Tipo de Chumbador	Proteção
1	Permanentes em meio agressivo, ou provisórios em meio muito agressivo.	Dupla com emprego de tubo plástico ou metálico corrugado preenchido com calda de cimento.
2	Permanentes em meio não agressivo, ou provisórios em meio medianamente agressivo.	Proteção simples por meio de calda de cimento injetada.
3	Provisórios em meio não agressivo.	

Fonte: (Abramento *et al.*, 1998).

Ao longo do grampo, deverão ser instalados dispositivos centralizadores, usualmente a cada 2 ou 3m, que garantem a centralização do mesmo no furo e seu cobrimento total com calda de cimento (Figura 10.3).

**Figura 10.3: Detalhe dos grampos**



Fonte: (Zirlis, 1999).

#### 10.2.4 Terceira etapa: Injeção

As barras são colocadas no maciço após a execução de uma pré - furo (em geral de 70 a 120mm de diâmetro). Para a injeção são utilizados um ou mais tubos de injeção, perdidos, de PVC ou similar, com diâmetros de 8 a 15mm. Neles são instaladas válvulas a cada 0,5m até 1,5m da boca do furo. A quantidade de tubos depende das fases de injeção previstas, e deve-se considerar um tubo para cada fase.

O material utilizado na injeção é a nata de cimento (relação água-cimento em torno de 0,5 em peso) ou argamassa. Este material deverá atender ao projeto, não contendo cimentos agressivos aos grampos. Em alguns casos, após um mínimo de 12 horas, faz-se uma reinjeção do chumbador, por meio do tubo de injeção e o volume de calda absorvida. Não se executa a reinjeção, a não ser que haja dois ou mais tubos de injeção perdidos. A injeção além de auxiliar na ancoragem do chumbador trata o maciço, adensando-o e preenchendo as fissuras.

A instalação de grampos injetados é a técnica mais comum no Brasil. Com ela, é possível o uso de grampos de diversos comprimentos, inclusive longos, e a instalação em praticamente qualquer tipo de solo.

#### 10.2.5 Quarta etapa: Revestimento

O revestimento do talude tem a função de proteger a superfície, evitando assim a desagregação do material e seu deslocamento. Normalmente o revestimento é feito com concreto projetado e uma malha de tela soldada, porém também podem ser utilizados painéis pré-fabricados, em função de aspectos arquitetônicos como descrito por Lima (2007) (Figura 10.4).

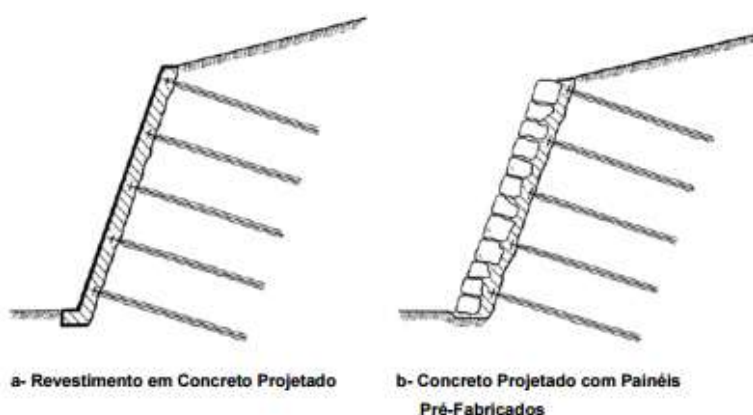


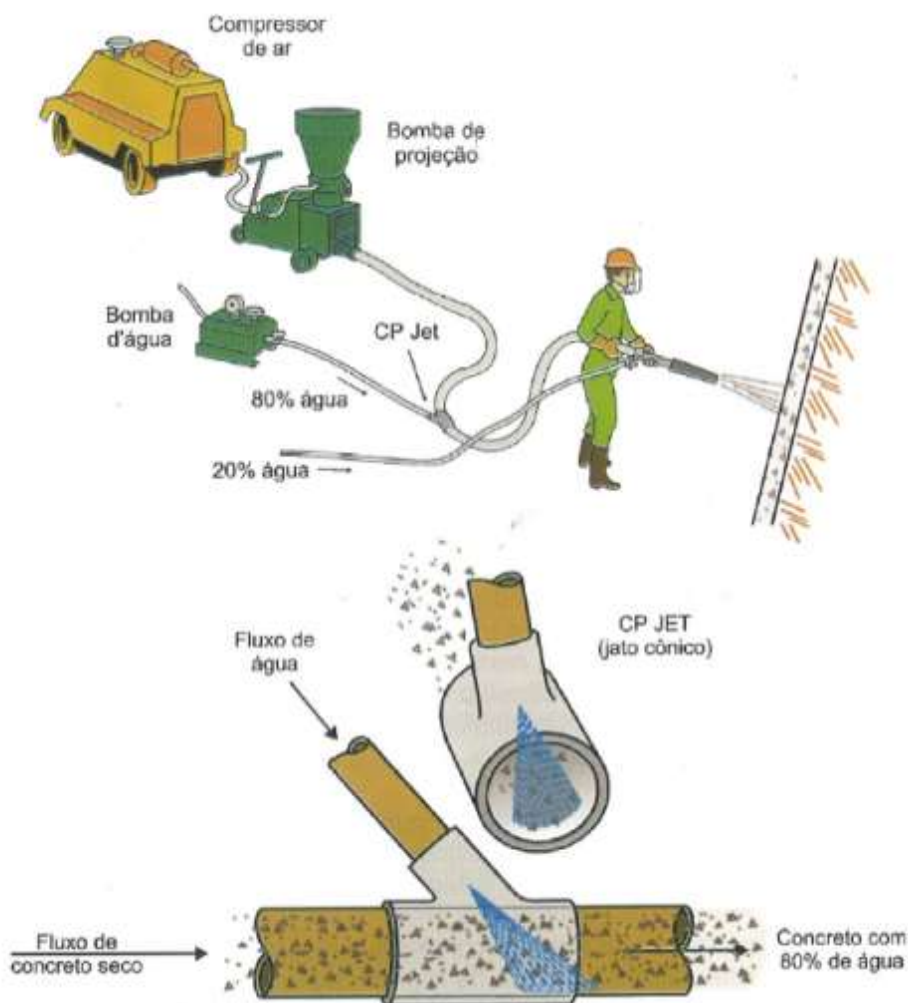
Figura 10.4: Revestimento para o solo grampeado

Para taludes com inclinações suaves uma alternativa existente é o revestimento vegetal, ou a grama armada.

Para o revestimento em concreto projetado, sua aplicação depende do correto dimensionamento das redes de condução de ar, vazão e pressão do compressor e principalmente do ajuste da bomba e da projeção manual. A sua aplicação pode ser feita via úmida ou seca. O concreto projetado via úmido é uma mistura de areia média, pedrisco, cimento e água que são conduzidas através da bomba de concreto projetado para o local da aplicação, já o concreto visa seca consiste na mesma mistura, porém a água só é adicionada pela bomba no bico de projeção, pouco antes da aplicação, conforme Figura 10.5. O usual é por via seca, devido à sua praticidade. Nesse método o trabalho pode ser interrompido e reiniciado sem perdas de material e de tempo

para a limpeza do equipamento. Segundo Abramento et al (1998), a elevada energia de projeção produz uma ótima compactação do concreto que colabora para garantir sua resistência, bem como o adensamento da capa superficial do solo com uma eficiente colagem.

Figura 10.5: Revestimento para o solo grampeado



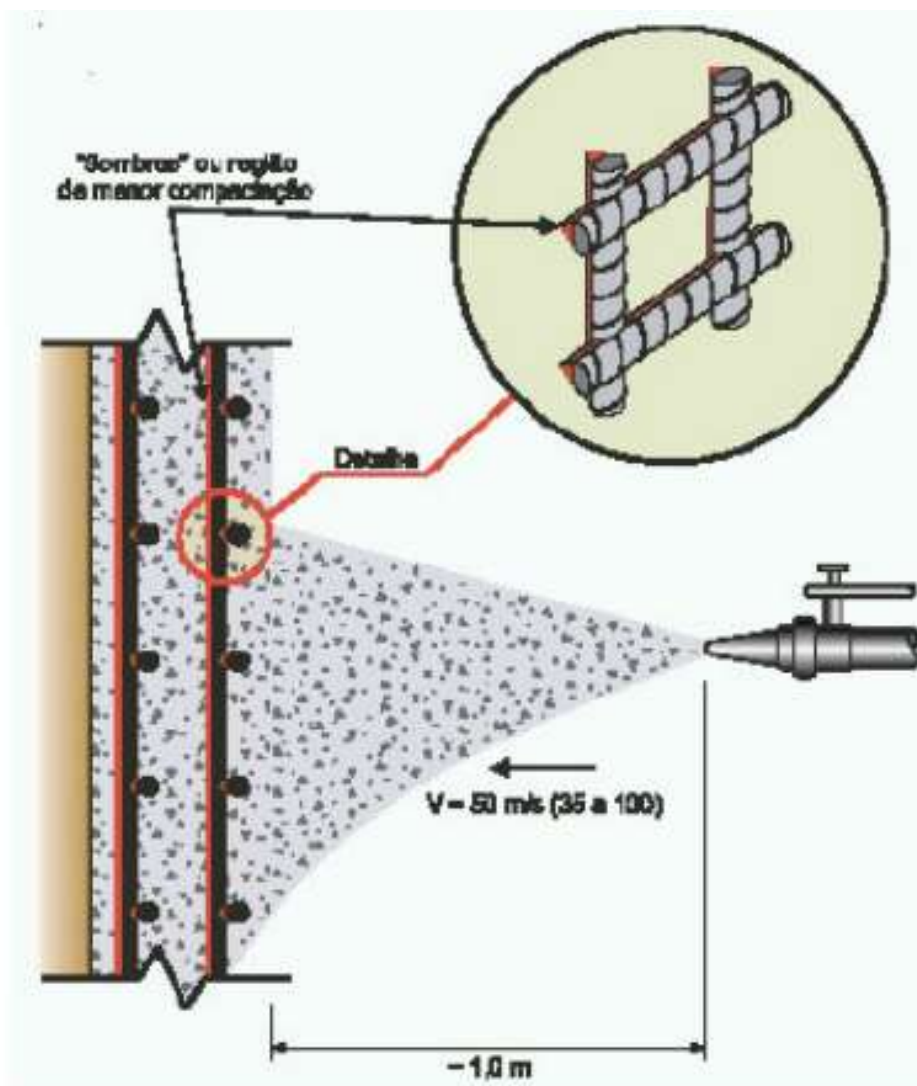
Fonte: (Zirlis et al., 1999).

Esse tipo de revestimento geralmente tem espessura de 6 a 10cm, juntamente com ele é utilizado uma ou duas camadas de tela metálica (tela soldada aço CA60), que tem função de armação para o concreto projetado. A tela pode ser instalada de duas formas:



- ✓ Juntamente com o concreto projetado, na seguinte sequência: camada preliminar de concreto projetado, tela eletro - soldada, camada intermediária de concreto projetado, segunda tela eletro - soldada e camada final de concreto projetado.
- ✓ Previamente ao concreto projetado. Nesta situação, cuidado especial deve ser tomado para evitar que a tela funcione como anteparo e gere vazios (“sombras”) atrás da mesma, conforme Figura 10.6.

Figura 10.6: Detalhes da sombra atrás da armação

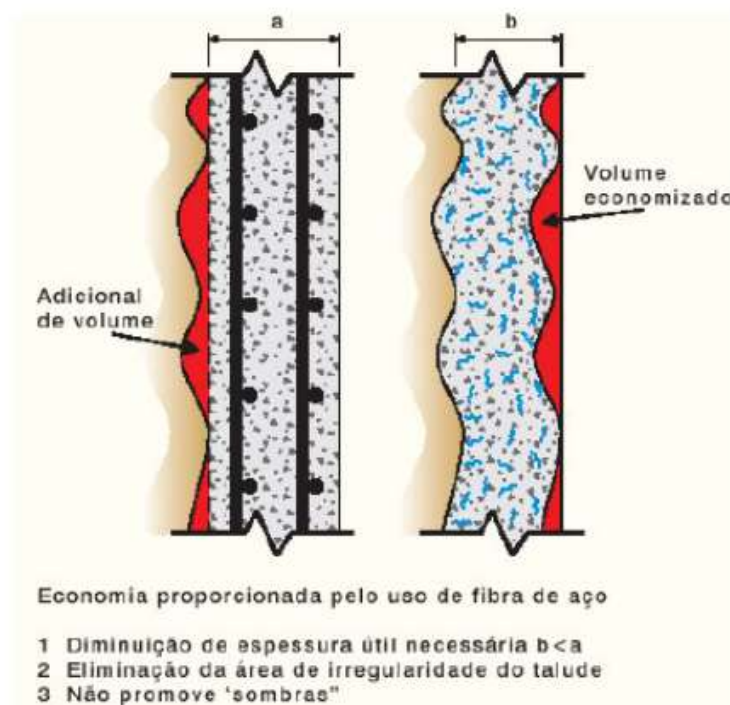


Fonte: (Zirlis et al., 1999).



A partir de 1992, iniciou-se a utilização de fibras metálicas adicionadas diretamente a betoneira, como uma alternativa a utilização das telas. Esta substituição promove a redução da equipe de trabalho, por não haver a necessidade do preparo e instalação das telas. Outra vantagem é na redução de material, pois há um ajuste do concreto e a superfície irregular do solo, ver Figura 10.7. Não necessita também de um cuidado especial com o cobrimento da armadura, pois a eventual corrosão se limitará à fibra que está em contato com a atmosfera, não prosseguindo para as outras imersas no concreto.

Figura 10.7: Comparativo espessura média de tela x fibra



Fonte: (Zirlis et al., 1999).

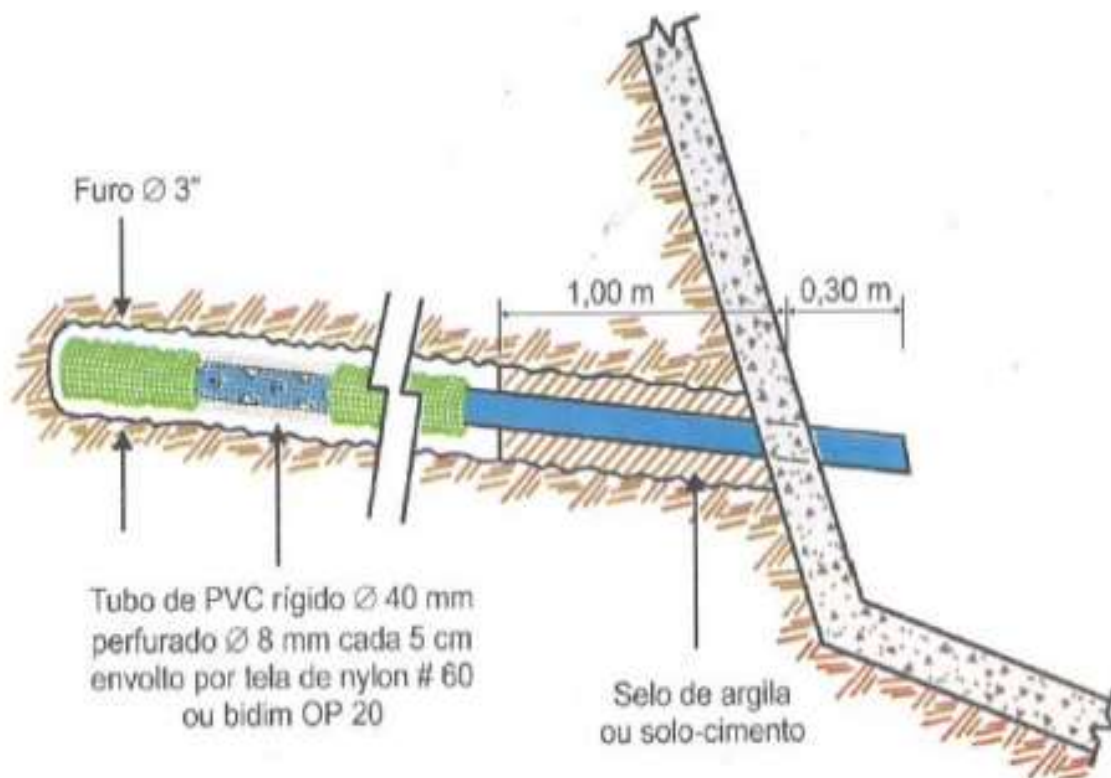
As fases de escavação, instalação dos grampos, injeção e estabilização do paramento são repetidas até completar a escavação projetada.

#### 10.2.6 Quinta etapa: Drenagem

O sistema de drenagem deve ser considerado no projeto de solo grampeado, pois ele é um item fundamental para garantir o desempenho e a durabilidade da contenção. Usualmente, são previstas as execuções dos dispositivos convencionais de drenagem profunda e de superfície. Seu dimensionamento geralmente é otimizado em campo, onde são avaliados e determinados as regiões e o fluxo do lençol freático.

Para a drenagem profunda são utilizados os drenos sub-horizontais profundo (DHP), que são tubos de plásticos drenantes de 38 a 50mm (1½" a 2") de diâmetro. Eles são envoltos por tela de nylon #60 ou manta geotêxtil que devem ser especificadas em função do tipo de solo (para se evitar a fuga de finos dos solos). São drenos lineares inseridos no maciço em perfuração no solo de 63 a 100mm (2 ½" a 4") e seus comprimentos se situam normalmente entre 6 e 18m (Figura 10.8).

Figura 10.8: Esquema básico do dreno horizontal profundo (DHP)

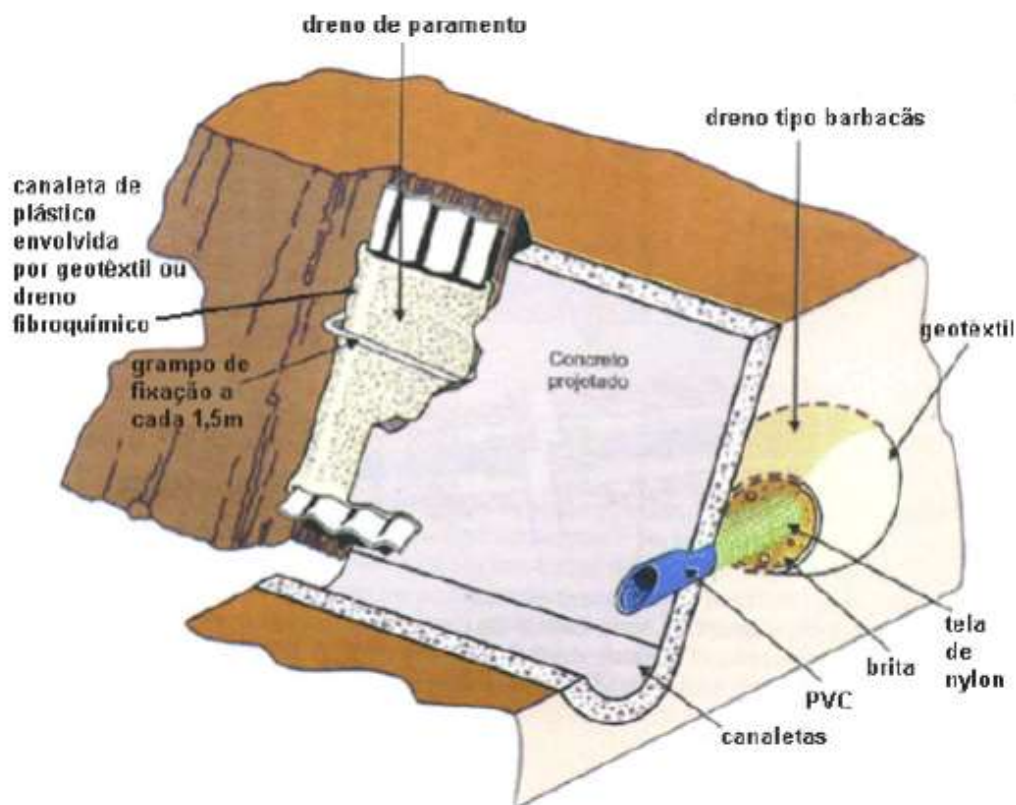


Fonte: (Zirlis et al., 1999).

A drenagem superficial pode ser realizada com drenos localizados atrás do revestimento de concreto. Para isso, são utilizados drenos tipo barbacã e drenos de paramento (Figura 10.9). O dreno tipo barbacã consiste na escavação de uma cavidade com cerca de 40x40x40cm, preenchida com areia ou brita, ligada a um tubo de PVC perfurado revestido com manta geotêxtil. Ele é instalado com uma pequena inclinação, para auxiliar na condução da água no interior do maciço para fora da contenção, avaliando as pressões hidrostáticas.

O dreno do paramento é formado por uma calha plástica ondulada revestida por manta geotêxtil numa escavação de 10x30cm, instalado na direção vertical da crista até o pé do talude, aflora na canaleta do pé, sendo considerado um dreno linear eficiente e recomendável para projeto.

Figura 10.9:Tipos de drenagens utilizadas



Fonte: (Zirlis et al., 1999).

As canaletas de crista e pé, bem como as escadas de descida d'água são moldadas "in loco" e revestidas por concreto projetado.

Em relação aos aspectos executivos, deve-se lembrar de que boa parte dos problemas verificados em obras de contenção está relacionada a deficiência de drenagem. Consideradas como intervenções auxiliares, as obras de drenagem são tão importantes quanto á estruturas em si.

Outro problema comum deste tipo de obra consiste na falta de manutenção. É preciso checar, por exemplo, se as canaletas do sistema de drenagem estão trincadas ou obstruídas, se a água está correndo normalmente e se os barbacãs estão em bom estado. Cuidar da proteção natural ou artificial acima do talude é outro item importante, a vegetação protege a superfície do terreno



contra a erosão que se inicia quando há o impacto direto da chuva sobre as partículas sólidas do solo e dificulta a penetração de águas pluviais do solo.

### 10.3 Revestimento Vegetal

Sobre a superfície final dos taludes e onde indicado, será executado um revestimento vegetal com plantio de gramíneas e leguminosas. As gramíneas serão plantadas através de hidrossemeadura de uma mistura de sementes de gramíneas (*Brachiária Decumbens*) e de leguminosas (*Crotalárea*, etc.). Antes da hidrossemeadura deve-se fazer o coveamento do terreno para melhorar a retenção das sementes e da umidade.

### 10.4 Movimento de terra

Para a implantação da solução de estabilização em solo grampeado há necessidade de se realizar atividades de regularização e atividades de corte para diminuir a inclinação dos taludes. Além da regularização, também será necessário a retirada de matérias soltos para posteriormente recompor a geometria através da execução de aterro compactado de forma controlada.

Os volumes de movimento de terra deverão ser estimados com base nas seções topográficas levando em consideração a redução da inclinação e a retirada completa dos volumes soltos.

### 10.5 Sistema de drenagem pluvial

O sistema de drenagem envolverá a construção de canaletas de topo e base do talude. A descida da água deverá ser efetuada em degraus, de forma a configurar uma perda de carga durante a operação. Todas as águas drenadas serão conduzidas ao Rio Reginaldo.

### 10.6 Identificação de interferências



Todo o projeto foi elaborado visando a redução de desapropriações e remoção de residentes.

Algumas interferências poderão ser encontradas quando do início das obras no que diz respeito ao acesso de equipamentos desde a rua Grota do Rafael, e viela existente é bastante estreita, poderá haver necessidade de algumas demolições provisórias.

## **11. RECOMENDAÇÕES**

- ✓ O TALUDE DEVERÁ SER REGULARIZADO DENTRO DA AREA DISPONIVEL
- ✓ PONTOS LOCALIZADOS DE CONTRIBUIÇÃO DE ÁGUA, TAIS COMO ESGOTOS, CANTEIROS, SUMIDOUROS, ETC, DEVERÃO SER ELIMINADOS.
- ✓ LIXO, MATERIAIS SOLTOS E O MATO DEVERÃO SER REMOVIDOS.
- ✓ O PROJETO PODERÁ SOFRER ADAPTAÇÕES EM DECORRÊNCIA DAS CONDIÇÕES CONSTRUTIVAS LOCAIS, OBSERVADAS NO DECORRER DA OBRA.
- ✓ A EXECUÇÃO DA OBRA DEVERÁ SER ACOMPANHADA DE CONTROLE DE RECALQUE DAS CONSTRUÇÕES VIZINHAS.
- ✓ OS GRAMPOS DEVERÃO SER REINJETADOS.
- ✓ A EXECUÇÃO DA CONTENÇÃO DEVERA SER EFETUADA DE CIMA PARA BAIXO. A LINHA INFERIOR DE GRAMPOS SÓ PODERÁ SER EXECUTADA APÓS O REVESTIMENTO DO PANO REFERENTE A LINHA SUPERIOR.
- ✓ AS BARRAS DE AÇO SERÃO PREVIAMENTE PINTADAS COM TINTA EPÓXICA DE FORMA A PROTEGE-LAS CONTRA A CORROSÃO.
- ✓ CASO SEJA DETECTADA SURGÊNCIA DE ÁGUA DEVERÃO SER INSTALADOS DRENOS HORIZONTAIS PROFUNDOS
- ✓ CASO A OBRA SEJA INTERROMPIDA DEVEM SER TOMADAS MEDIDAS EMERGENCIAIS COMO A PROTEÇÃO DO TERRENO CONTRA INFILTRAÇÃO DE ÁGUAS DE CHUVAS E ATERRAR OS PONTOS JÁ ESCAVADOS NO TALUDE
- ✓ PARA QUE SEJAM CONFIRMADOS OS VALORES ADOTADOS PARA A ADESÃO GRAMPO/SOLO, DEVERÃO SER REALIZADOS ENSAIOS DE ARRANCAMENTO DE GRAMPO.







## **12.ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**

### **12.1 SERVIÇOS INICIAIS E SERVIÇOS TOPOGRÁFICOS**

#### **12.1.1 - Mobilização e Instalações de Canteiros**

##### **✓ Execução**

Os serviços de mobilização e de instalações no canteiro da obra incluirão:

a mobilização de equipes, inclusive a de topografia. A equipe de topografia deverá estar disponível para atender, durante a execução da obra, todas as necessidades de controle e medição dos serviços;

mobilização de todos os equipamentos que porventura venham a ser utilizados na execução das obras licitadas;

fabricação e a montagem de placas da obra licitada e das diversas frentes de serviço a ela associada;

as sinalizações de segurança da obra, de tráfego e outras porventura necessárias para permitir o bom andamento das obras, assim como a segurança e o conforto dos operários, de todos os demais envolvidos na execução dos diversos serviços e do tráfego de veículos e pessoas nas vizinhanças da obra;

montagem e/ou construção de depósitos para equipamentos e materiais;

instalações sanitárias e de apoio, tais como refeitórios e outros, conforme estabelece a Norma de higiene e segurança do trabalho;

equipamentos necessários para a proteção individual e/ou coletiva de todos os operários e pessoas envolvidas nas diversas etapas de execução da obra;



todos os materiais necessários à execução e à implantação das diversas instalações, inclusive os respectivos transportes, quaisquer que sejam o tipo e as distâncias desses transportes, até os respectivos locais de armazenamento e/ou de instalação e/ou de aplicação e/ou de operação.

✓ Medição

Os custos dos serviços de mobilização e de instalação de canteiros, inclusive a mobilização de equipe de topografia durante a execução das obras contratadas, deverão ser incluídos e diluídos nos custos dos demais serviços constantes da Planilha Orçamentária.

✓ Pagamento

Esses custos incluirão os custos de todos os serviços, materiais, mão de obra e encargos necessários à mobilização de instalações, assim como da manutenção da equipe mínima de topografia, tais como:

a mobilização de equipes, inclusive de topografia, e de todos os equipamentos que porventura venham a ser utilizados na execução da obra;

a fabricação e a montagem de placas da obra licitada e das diversas frentes de serviço a ela associada;

as sinalizações de segurança da obra, de tráfego e outras porventura necessárias para permitir o bom andamento das obras, assim como a segurança e o conforto dos operários, de todos os demais envolvidos na execução dos diversos serviços e do tráfego de veículos e pessoas nas vizinhanças da obra ;



depósitos para equipamentos e materiais;

instalações sanitárias e de apoio, tais como refeitórios e outros;

equipamentos necessários para a proteção individual e/ou coletiva de todos os operários e pessoas envolvidas nas diversas etapas de execução da obra;

os respectivos transportes, quaisquer que sejam o tipo e as distâncias desses transportes, até os respectivos locais de armazenamento e/ou de instalação e/ou de aplicação e/ou de operação, incluindo todos os materiais e equipamentos necessários à execução e à implantação das diversas instalações, assim como de todos os encargos incidentes sobre os referidos custos.

## 12.2 – Limpeza do terreno

12.2.1 – Limpeza mecanizada do terreno com raspagem superficial, remoção de terra vegetal até a profundidade de 0,20m e bota-fora

### ✓ Execução

Considerou-se nestas especificações como serviços de limpeza mecanizada do terreno com raspagem superficial e remoção de terra vegetal até a profundidade de 0,20m com bota-fora, os seguintes serviços:

desmatamento;

remoção de terra vegetal até a profundidade de 0,20m;

carga, transporte, descarga e espalhamento dos materiais nos locais indicados para bota-fora;

Os equipamentos convencionais utilizados neste tipo de serviço, são:



tratores de esteiras de porte médio, equipados com lâmina frontal e escarificador;  
motoniveladora;  
ferramentas para operações manuais (pás, picaretas, enxadas, carros de mão, etc.).

Todo o material proveniente das operações de limpeza mecanizada será removido e transportado para os locais de bota-fora aprovados previamente pela Fiscalização.

#### ✓ Medição

A medição da limpeza mecanizada do terreno com raspagem superficial e remoção de terra vegetal será feita em metros quadrados de área limpa, medidos em planta.

#### ✓ Pagamento

O pagamento da limpeza mecanizada do terreno com raspagem superficial e remoção da terra vegetal até a profundidade de 0,20m e bota-fora dos materiais para os locais aprovados previamente pela Fiscalização, será feito por metro quadrado da área medida em planta, devendo incluir todos os custos abaixo relacionados:

- limpeza mecanizada com raspagem superficial;
- remoção de toda a terra vegetal até uma profundidade de 0,20m;
- re-execução da limpeza, caso a vegetação volte a nascer antes do início das demais etapas construtivas;
- complementações com serviço manual em locais inacessíveis aos equipamentos;

- carga, transporte, descarga e lançamento dos materiais provenientes da limpeza para os locais destinados a bota-fora, utilizando qualquer tipo de equipamento;
- transportes horizontal e vertical, dentro da obra, quando necessários, quaisquer que sejam as distâncias e os meios de transporte;
- serviços topográficos de marcação e acompanhamento;
- aquisição, carga, transporte, descarga, manutenção e conservação dos equipamentos utilizados;
- assim como os custos de mão de obra e de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.

### 12.3 – Instalação provisória

#### 12.3.1 – Tapume de vedação em chapa de madeira compensada de 10mm

##### ✓ Execução

Considerou-se neste item os serviços de execução de tapume de vedação em chapa de madeira compensada de 10mm de espessura.

Os tapumes deverão ser executados nos locais indicados pelo projeto ou acordado previamente com a fiscalização. A altura mínima do tapume será de 2,20m.

##### ✓ Medição



A medição será efetuada por metro quadrado de tapume de vedação em chapa de madeira compensada de 10mm de espessura executado nos locais indicados.

✓ Pagamento

O pagamento do tapume de vedação em chapa de madeira compensada de 10mm de espessura na altura mínima de 2,20m, será feito pelo preço proposto para o metro quadrado de área de tapume medida, devendo incluir todos os custos abaixo relacionados:

aquisição e transporte de materiais e de equipamentos, inclusive os transportes horizontal e vertical, dentro da obra, quaisquer que sejam as distâncias e os meios de transporte utilizados;

recuperação ou reforma do tapume que venha a ser danificado ou desgastado com o tempo durante a execução de toda a obra;

assim como os custos de mão de obra e de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.

### 12.3.2 – Cerca de proteção com tela de PVC

✓ Execução

Considerou-se neste item os serviços de execução de cerca de proteção com tela de PVC na altura de 1,20m.

As cercas de proteção deverão ser executadas nos locais acordados previamente com a Fiscalização.



✓ Medição

A medição será efetuada por metro linear de cerca de proteção com tela de PVC na altura de 1,20m executada nos locais acordados com a Fiscalização.

✓ Pagamento

O pagamento da cerca de proteção com tela de PVC na altura de 1,20m, será feito pelo preço proposto para o metro linear de cerca medida, devendo incluir todos os custos abaixo relacionados:

aquisição e transporte de materiais e de equipamentos, inclusive os transportes horizontal e vertical, dentro da obra, quaisquer que sejam as distâncias e os meios de transporte utilizados;

assim como os custos de mão de obra e de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.

### 12.3.3 – Placa de obra, inclusive estrutura de suporte

✓ Execução

Considerou-se neste item os serviços de execução e colocação de placa de obra, nas dimensões de 4m x 2m, inclusive a estrutura de suporte da placa.

Caso necessário, e previamente solicitado pela FISCALIZAÇÃO, serão executadas e colocadas placas adicionais, além das (2) duas previstas na mobilização da obra, em locais indicados pela Fiscalização.

✓ Medição



A medição será efetuada por metro quadrado de placa de obra adicional, inclusive a estrutura de suporte das placas, executada nos locais acordados com a Fiscalização.

✓ Pagamento

O pagamento de placa de obra adicional, inclusive a estrutura de suporte das placas, será feito pelo preço proposto para o metro quadrado de placa de obra medida, devendo incluir todos os custos abaixo relacionados:

aquisição e transporte de materiais e de equipamentos, inclusive os transportes horizontal e vertical, dentro da obra, quaisquer que sejam as distâncias e os meios de transporte utilizados;

assim como os custos de mão de obra e de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.



## **13. DEMOLIÇÕES E REMOÇÕES**

### **13.1 - Demolições**

– Demolição de estruturas existentes

✓ Execução

Os materiais resultantes da demolição de construções existentes, tais como: alvenaria de bloco furado, alvenaria de tijolo maciço, alvenaria de pedra argamassada, concreto simples por meio manual, concreto armado com marteleto pneumático e outros materiais oriundos de desmonte de obras serão removidos e transportados para locais aprovados previamente pela Fiscalização.

✓ Medição

A medição será efetuada por metro cúbico de estrutura demolida e transportada para os locais indicados.

✓ Pagamento

O pagamento dos serviços de demolição de estruturas existentes será efetuado pelo preço unitário proposto para o metro cúbico executado desses serviços, e deverão incluir todos os custos relacionados abaixo:

- demolição das estruturas solicitadas;
- aquisição e transporte de materiais, de equipamentos e de mão de obra, inclusive os transportes horizontal e vertical, dentro da obra, quando necessários, quaisquer que sejam as distâncias e os meios de



transporte, assim como transporte e bota-fora em local previamente aprovado pela Fiscalização;

- além de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.

#### – Demolição de pavimentações

##### ✓ Execução

Considerou-se nesse item os serviços de demolição de passeios de concreto e pavimentação asfáltica com martelete pneumático ou com escarificador, existentes nos locais de implantação das obras.

Os materiais resultantes da demolição desses pavimentos serão removidos e transportados para locais aprovados previamente pela Fiscalização.

##### ✓ Medição

A medição será efetuada em metros quadrados, medidos em planta, de passeios de concreto e pavimentação asfáltica demolida e transportada para os locais indicados.

##### ✓ Pagamento

O pagamento dos serviços de demolição de passeios de concreto e pavimentações asfálticas existentes será efetuado pelo preço unitário proposto para o metro quadrado executado desses serviços, e deverão incluir todos os custos abaixo:

de demolição de passeio e das pavimentações existentes;  
aquisição e transporte de materiais, de equipamentos e de mão de obra, inclusive os transportes horizontal e vertical, dentro da obra, quando necessários, quaisquer que sejam as distâncias e os meios de transporte,



assim como transporte e bota-fora em local previamente aprovado pela Fiscalização;

além de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.

## 13.2 Remanejamentos

### 13.2.1 – Remanejamento de postes

#### ✓ Execução

Foram considerados nestas especificações como remanejamento de postes, os seguintes serviços:

Remoção dos postes para novos locais;

Assentamento dos postes nos locais indicados no projeto ou determinados pela Fiscalização;

Remanejamento das redes elétricas do trecho.

Estas operações deverão ser executadas de comum acordo com a Concessionária local (COELBA), conforme suas especificações e os materiais empregados para a execução desses serviços deverão atender às normas técnicas da COELBA.

O início dos serviços será condicionado à autorização da Concessionária (COELBA), que deverá fiscalizar e orientar a execução dos trabalhos.

Após a preparação das cavas de fundações dos postes, nos novos locais a Concessionária providenciará a interrupção do fornecimento de energia para que se possa executar a transferência da rede.

#### ✓ Medição



A medição será efetuada por unidade de poste remanejado.

✓ Pagamento

O pagamento dos serviços será feito pelo preço unitário proposto para a unidade de poste remanejada e deverão incluir todos os custos de:

aquisição e transporte de materiais, de equipamentos e de mão de obra, inclusive os transportes horizontal e vertical, dentro da obra, quando necessários, quaisquer que sejam as distâncias e os meios de transporte, assim como transporte e bota-fora em local previamente aprovado pela Fiscalização;

além de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra, equipamentos e transporte.

### 13.2.2 - Remanejamento de redes de água e de esgoto

✓ Execução

Foram considerados nestas especificações como remanejamento de redes de água e esgoto os seguintes serviços:

Remoção das redes de água e esgoto do trecho indicado;

Escavação das valas do novo trecho de rede indicados no projeto ou determinados pela Fiscalização;

Implantação das novas tubulações, obedecendo aos diferentes diâmetros existentes no trecho ou conforme indicado em projeto;

Execução das novas ligações e caixas de passagem;

Reaterro das valas.

Estas operações deverão ser executadas de comum acordo com a Concessionária local (EMBASA), conforme suas especificações e os materiais



empregados para a execução desses serviços deverão atender às normas técnicas da EMBASA.

✓ Medição

A medição será efetuada por metro linear de rede para cada diâmetro de tubulação remanejada.

✓ Pagamento

O pagamento dos serviços será feito pelo preço unitário proposto para cada diâmetro de tubulação remanejada e deverão incluir todos os custos de:

aquisição e transporte de materiais, de equipamentos e de mão de obra, inclusive os transportes horizontal e vertical, dentro da obra, quando necessários, quaisquer que sejam as distâncias e os meios de transporte, assim como o transporte e bota-fora em local previamente aprovado pela Fiscalização;

além de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra, equipamentos e transporte.

### 13.2.3 – Retirada de árvores de pequeno, médio e grande porte

✓ Execução

Considerou-se nesse item os serviços de destocamento, remoção e transporte de árvores com diâmetros inferiores a 0,15m, com diâmetros entre 0,15m e 0,50m e com diâmetros superiores a 0,50m, medidos a 1,0m de altura das árvores. Serão utilizados tratores de lâmina e motosserras para a execução desses serviços. Os materiais serão transportados para os locais previamente aprovados pela Fiscalização.



✓ Medição

A medição será efetuada por unidade de árvore destocada de acordo com seu diâmetro medido a 1,0m de altura da árvore, inferior a 0,15m, entre 0,15m e 0,50m ou superior a 0,50m.

✓ Pagamento

O pagamento dos serviços será feito pelo preço unitário proposto para a unidade de árvore destocada e deverão incluir todos os custos relacionados abaixo:

aquisição de materiais, equipamentos, transporte e de mão de obra, inclusive os transportes horizontal e vertical, dentro da obra, quando necessários, quaisquer que sejam as distâncias e os meios de transporte, assim como transporte e bota-fora em local previamente aprovado pela Fiscalização; além de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra, equipamentos e transporte.

MOVIMENTO DE TERRA

## **14. MOVIMENTO DE TERRA**

### **14.1 Escavação manual de terra/lama – material de 1ª categoria**

- Escavação manual de terra compacta até 1,5m de profundidade com ou sem bota-fora

✓ Execução



Considerou-se nestas especificações como escavação manual de terra compacta até 1,5m de profundidade todas as escavações que não estão previstas nos itens de contenção e drenagem, mas necessárias para a execução de outros serviços da obra licitada.

Antes do início das escavações a executante deverá proceder à marcação dos locais a serem escavados e adotar as medidas necessárias para preservar a integridade das obras já executadas e a segurança do pessoal da obra ou de terceiros.

Os materiais escavados deverão ser transportados para os locais previamente aprovados pela Fiscalização ou estocados para posterior utilização em locais previamente determinados.

✓ Medição

A medição da escavação manual será efetuada por metro cúbico de material escavado, sendo o volume calculado a partir das seções topográficas iniciais e finais, ou medidas “in loco”, quando cabível e acordado previamente com a Fiscalização .

✓ Pagamento

Os preços para pagamento dos volumes medidos deverão incluir todos os custos abaixo relacionados:

- escavação manual ;
- serviços topográficos de marcações e acompanhamento;
- drenagem das águas pluviais durante a execução;
- aquisição e transporte de materiais e de equipamentos, inclusive os transportes horizontal e vertical, dentro da obra, quaisquer que sejam as distâncias e os meios de transporte utilizados;



- transporte dos materiais dos locais onde foram escavados até o local indicado para estoque (escavação manual sem bota-fora);
- transporte dos materiais dos locais onde foram escavados até o local indicado para bota-fora;
- assim como os custos de mão de obra e de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.

✓ 14.2 Escavação manual de terra em cavas de fundações, valas e canais

✓ Execução

Foram considerados, nestas especificações, como escavações em cavas de fundações, valas e canais os serviços a seguir:

abertura manual das cavas em material de 1ª categoria, com transporte vertical até 1,5m e horizontal até 10m;

regularização dos taludes das cavas;

esgotamento ou desvio de águas;

transporte do material escavado para locais previamente aprovados pela Fiscalização;

espalhamento do material resultante da escavação nos locais de destinação.

Antes do início dos serviços de escavação, a Contratada deverá proceder à marcação dos locais a serem escavados.

Para o acabamento final, deverão ser feitas guias para a orientação do pessoal que irá executar a regularização dos taludes.

✓ Medição





A medição da escavação manual será efetuada por metro cúbico, com base nas seções topográficas, levantadas a nível, após desmatamento e limpeza do terreno. O volume será calculado a partir das áreas limitadas pelos perfis do terreno nas seções levantadas e o perímetro em contato com o solo, estabelecido no projeto, para o revestimento do canal ou vala na seção correspondente. No caso de fundações o volume de escavação a ser medido, será limitado pelo plano de assentamento da fundação, pelos planos verticais que passam pelo perímetro da base da fundação e pela superfície do terreno levantada após desmatamento e limpeza. Quando cabível e acordado previamente com a Fiscalização, a medição desse item poderá ser efetuada “in loco”, desde que o volume a escavar não seja representativo.

✓ Pagamento

Os preços para pagamento dos volumes medidos deverão incluir todos os custos abaixo relacionados:

- escavação manual;
- serviços topográficos de marcações e acompanhamento;
- drenagem das águas pluviais durante a execução;
- aquisição e transporte de materiais e de equipamentos, inclusive os transportes horizontal até 10m e vertical até 1,50m, dentro da obra, quaisquer que sejam as distâncias e os meios de transporte utilizados;
- transporte dos materiais dos locais onde foram escavados até o local indicado para bota-fora;
- assim como os custos de mão de obra e de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.

14.3 Escavação manual em lama, com carga, descarga e transporte horizontal até 10m



✓ Execução

Foram considerados nestas especificações como escavação manual em lama os serviços a seguir:

escavação manual em lama com transporte horizontal dentro da obra até a distância de 10m;

carga e transporte do material para os locais de destinação previamente aprovados pela Fiscalização;

descarga e espalhamento dos materiais transportados.

As escavações serão executadas nos locais indicados no projeto ou estabelecidos pela Fiscalização.

O controle das escavações será efetuado por nivelamento geométrico de cada seção antes e depois das escavações.

Deverão ser feitas valas de drenagem com a finalidade de rebaixar o nível d'água no interior da cava.

O material proveniente da escavação deverá ser removido para os locais indicados no projeto ou pela Fiscalização

✓ Medição

A medição da escavação manual em lama será efetuada em metro cúbico de material escavado, sendo o volume calculado a partir das seções topográficas iniciais e finais.

✓ Pagamento



Os preços para pagamento dos volumes medidos deverão incluir todos os custos abaixo relacionados:

- escavação manual;
- serviços topográficos;
- bombeamento das águas contidas no interior das cavas;
- transporte horizontal até a distância de 10m dentro da obra;
- carga e transporte para locais de bota-fora, qualquer que seja a distância;
- descarga e espalhamento em locais de bota-fora;
- assim como os custos de mão de obra e de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.

#### 14.4 Escavação em rocha – material 3ª categoria

- Escavação em rocha dura e compacta, com carga, descarga e transporte horizontal até 10m, com bota-fora

##### ✓ Execução

Serão classificados em 3ª categoria os materiais (rochas) em que seja imprescindível o emprego de explosivos para seu desmonte, não sendo incluídos os materiais compactos que para melhorar a produtividade de sua escavação utiliza-se também explosivos.

Devido às características urbanas dos trechos, poderão ser utilizadas técnicas diversas para a extração de rocha, desde o desmonte franco de cortes, ao escultural ou a frio, passando pelos procedimentos de pré-fissuramento, fogo cuidadoso ou abafado.



O desmonte franco será reservado aos cortes em que a projeção dos materiais detonados não constitua perigo para as instalações existentes ou vias utilizadas. A empreiteira poderá escolher equipamentos e cargas em função das exigências de produção, ressalvadas as exigências legais e usuais de segurança.

Será de inteira responsabilidade da construtora, representada por seu técnico em desmonte de rochas, a escolha das técnicas mais adequadas a cada situação existente e a apresentação para a apreciação da Fiscalização de um plano de fogo antes do início dos serviços.

A executante, antes do início dos serviços, deverá proceder à marcação dos locais a serem escavados de acordo com os detalhes apresentados em projeto.

✓ Medição

A medição dos materiais a serem escavados, será feita em metros cúbicos. Os volumes extraídos serão medidos por nivelamento das seções inicial e final de acordo com a linha de corte determinada em projeto ou pela Fiscalização.

✓ Pagamento

Os preços para pagamento dos volumes medidos deverão incluir todos os custos abaixo relacionados:

- despesas diretas e indiretas de desmonte a frio ou do over-break, repés e fogachos se forem necessários e seus transportes;
- aquisição, carga, transporte, descarga, e conservação dos equipamentos utilizados;
- operação mecanizada de escavação e carga dos materiais;



- transporte dos materiais dos locais onde forem escavados até sua destinação, utilizando qualquer tipo de equipamento, lançamento ou espalhamento;
- serviços topográficos de marcação e acompanhamento;
- bombeamento das águas contidas no interior das cavas;
- transporte horizontal até a distância 10m dentro da obra;
- carga e transporte para locais de bota-fora, qualquer que seja a distância;
- descarga e espalhamento em locais de bota-fora;
- assim como os custos de mão de obra e de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.

#### 14.5 Escavação mecanizada

– Escavação para abertura de corte, sem bota-fora

– Execução

Foram considerados nestas especificações como escavação para abertura de cortes os serviços necessários à conformação do corpo das vias, respeitadas as condições tecnológicas indicadas em projeto, compreendendo os itens a seguir:

abertura de cortes para implantação do corpo da via;

abertura de empréstimos para execução de aterros;

rebaixo do subleito nas plataformas de corte.

Os equipamentos convencionais utilizados neste tipo de serviço, são:

tratores de esteira de porte médio, equipados com lâmina frontal;



tratores pesados, equipados com placas de puscher;  
tratores pesados, equipados com escarificador;  
moto-escavo-transportadores;  
motoniveladoras pesadas.

Condições específicas condicionam a utilização dos equipamentos. Nas vias urbanas, por não suportarem o tráfego de moto escraperes, os equipamentos mais comuns são:

- tratores pesados , de pneus, equipados com lâmina frontal;
- carregadeiras frontais de porte médio, de pneus;
- caminhões basculantes convencionais;
- motoniveladoras de porte médio a pequeno.

Antes do início dos serviços de escavação, a executante deverá proceder à marcação dos locais a serem escavados.

A inclinação dos taludes projetados será verificada pela executante a cada 2 metros de corte concluído. Para esta verificação deverão ser utilizados gabaritos de madeira, equipados com nível de bolha.

Deverá ser dado aos taludes acabamento uniforme, de modo a concordar com o terreno natural e com as plataformas.

#### – Medição

A medição dos materiais a serem escavados, será feita em metros cúbicos. O volume será determinado considerando-se as seções topográficas do terreno antes do início dos serviços e as seções topográficas finais de acordo com a linha de corte determinada em projeto.

Não serão medidos os volumes excedentes dos acima descritos.



#### - Pagamento

O pagamento dos materiais escavados, transportados e espalhados nos locais de destinação, será feito por metro cúbico medido, devendo incluir todos os custos abaixo relacionados:

- operação mecanizada de escavação e carga dos materiais;
- transporte dos materiais dos locais onde forem escavados até sua destinação, utilizando qualquer tipo de equipamento;
- lançamento dos materiais transportados nos locais de destinação, em camadas uniformes;
- acabamento manual e mecanizado dos taludes e plataformas;
- serviços topográficos de marcação e acompanhamento;
- drenagem das águas pluviais durante a execução;
- recomposição das erosões nos taludes e nas plataformas durante a execução;
- aquisição, carga, transporte, descarga, manutenção e conservação dos equipamentos utilizados;
- assim como os custos de mão de obra e de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.

#### 14.6 Escavação para abertura de corte com bota-fora, inclusive transporte

##### – Execução

Foram considerados nestas especificações como escavação para abertura de cortes os serviços necessários à conformação do corpo das vias, respeitadas



as condições tecnológicas indicadas em projeto, inclusive a carga, o transporte e a descarga no local previamente aprovado pela Fiscalização destinado ao bota-fora, compreendendo os itens a seguir:

- abertura de cortes para implantação do corpo da via;
- abertura de empréstimos para execução de aterros;
- expurgo de solo orgânico;
- rebaixo do subleito nas plataformas de corte.
- transporte do material escavado para locais previamente aprovados pela Fiscalização;
- espalhamento do material resultante da escavação nos locais de destinação.

Os equipamentos convencionais utilizados neste tipo de serviço são os seguintes:

- tratores de esteira de porte médio, equipados com lâmina frontal;
- tratores pesados, equipados com placas de puscher;
- tratores pesados, equipados com escarificador;
- moto-escavo-transportadores;
- motoniveladoras pesadas.

Condições específicas condicionam a utilização dos equipamentos. Nas vias urbanas, por não suportarem o tráfego de moto escrapers, os equipamentos mais comuns são:

- tratores pesados , de pneus, equipados com lâmina frontal;
- carregadeiras frontais de porte médio, de pneus;
- caminhões basculantes convencionais;
- motoniveladoras de porte médio a pequeno.





Antes do início dos serviços de escavação, a executante deverá proceder à marcação dos locais a serem escavados.

A inclinação dos taludes projetados será verificada pela executante a cada 2 metros de corte concluído. Para esta verificação deverão ser utilizados gabaritos de madeira, equipados com nível de bolha.

Deverá ser dado aos taludes acabamento uniforme, de modo a concordar com o terreno natural e com as plataformas.

#### – Medição

A medição dos materiais a serem escavados, será feita em metros cúbicos. O volume será determinado considerando-se as seções topográficas do terreno antes do início dos serviços e as seções topográficas finais de acordo com a linha de corte determinada em projeto.

Não serão medidos os volumes excedentes dos acima descritos.

#### - Pagamento

O pagamento dos materiais escavados, transportados e espalhados nos locais de destinação, será feito por metro cúbico medido, devendo incluir todos os custos abaixo relacionados:

- operação mecanizada de escavação e carga dos materiais;
- transporte dos materiais dos locais onde forem escavados até sua destinação, utilizando qualquer tipo de equipamento, inclusive para os locais determinados para os bota-foras;
- lançamento dos materiais transportados nos locais de destinação, em camadas uniformes;
- acabamento manual e mecanizado dos taludes e plataformas;

- serviços topográficos de marcação e acompanhamento;
- drenagem das águas pluviais durante a execução;
- recomposição das erosões nos taludes e nas plataformas durante a execução;
- aquisição, carga, transporte, descarga, manutenção e conservação dos equipamentos utilizados;
- assim como os custos de mão de obra e de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.

#### 14.7 Escavação para tratamento das fundações dos aterros, com bota-fora

##### – Execução

Foram considerados nestas especificações como escavação para tratamento das fundações dos aterros, onde constatou-se capacidade de suporte insuficiente, os serviços a seguir enumerados:

escavação mecanizada dos solos em terrenos de baixa capacidade de suporte; carga e transporte do material para os locais de destinação indicados no projeto;

descarga e espalhamento dos materiais transportados;

regularização mecanizada ou manual dos taludes das escavações.

Os equipamentos convencionais utilizados neste tipo de serviço, são:

escavadeiras de esteira, equipadas com pá de arrasto "dragline";

concha direta "shovel" ou invertida "retroescavadeira";

carregadeiras frontais de porte médio a pequeno;

veículos transportadores equipados com carrocerias basculantes;

tratores de porte médio a pequeno;



As escavações serão executadas nos locais indicados no projeto ou estabelecidos pela Fiscalização.

Quando necessário serão escavadas valas de drenagem com a finalidade de rebaixar o nível d'água no interior da cava. O fundo da cava deve ser o mais regular possível, de modo a facilitar a drenagem acima referida.

O material proveniente da escavação deverá ser removido para os locais previamente aprovados pela Fiscalização.

Antes do início dos serviços de escavação, a executante deverá proceder à marcação dos locais a serem escavados.

O controle topográfico será efetuado por nivelamento geométrico de cada seção antes e depois das escavações.

#### - Medição

A medição dos materiais a serem escavados, será feita em metros cúbicos. O volume será determinado considerando-se as seções topográficas do terreno antes do início dos serviços e as seções topográficas finais de acordo com a linha de corte determinada em projeto.

Não serão medidos os volumes excedentes dos acima descritos.

#### - Pagamento

O pagamento dos materiais escavados, transportados e espalhados nos locais de destinação, será feito por metro cúbico medido, devendo incluir todos os custos abaixo relacionados:

- operação mecanizada de escavação e carga dos materiais;
- transporte dos materiais dos locais onde forem escavados até sua destinação, utilizando qualquer tipo de equipamento;
- lançamento dos materiais transportados nos locais de destinação, em camadas uniformes;
- acabamento manual e mecanizado dos taludes e plataformas;
- serviços topográficos de marcação e acompanhamento;
- drenagem das águas pluviais durante a execução;
- aquisição, carga, transporte, descarga, manutenção e conservação dos equipamentos utilizados;
- assim como os custos de mão de obra e de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.

#### 14.8 Escavação mecanizada de terra em cavas de fundação, valas e canais com bota-fora

##### – Execução

Foram considerados nestas especificações como escavação de terra em cavas de fundação, valas e canais os serviços a seguir:

- abertura de cavas, valas e canais em qualquer tipo de solo exceto rochas e revestimentos;
- regularização dos taludes das cavas;
- transporte do material escavado para locais de bota-fora previamente aprovados pela Fiscalização;
- espalhamento do material resultante da escavação nos locais de destinação.



Os equipamentos convencionais utilizados neste tipo de serviço são os seguintes:

- retroescavadeiras mecânicas;
- escavadeiras mecânicas equipadas com "dragline";
- escavadeiras mecânicas equipadas com "cram-shell";
- veículos de transporte, equipados com carrocerias basculantes;
- carregadeiras frontais movidas sobre esteiras;
- tratores de esteira de porte médio, equipados com lâmina frontal;
- ferramentas para acabamento manuais.

Condições específicas condicionam a utilização dos equipamentos. Nas vias urbanas, por não suportarem o tráfego de moto escrapers, os equipamentos mais comuns são:

- tratores pesados , de pneus, equipados com lâmina frontal;
- carregadeiras frontais de porte médio, de pneus;
- caminhões basculantes convencionais;
- motoniveladoras de porte médio a pequeno.

Antes do início dos serviços de escavação, a executante deverá proceder à marcação dos locais a serem escavados.

A conformação geométrica das cavas deverá ser obedecida. A inclinação dos taludes projetados será verificada pela executante a cada 2 metros de corte concluído. Para esta verificação deverão ser utilizados gabaritos de madeira, equipados com nível de bolha.

Deverá ser dado aos taludes acabamento uniforme, de modo a concordar com o terreno natural e com as plataformas.



#### – Medição

A medição da escavação manual será efetuada por metro cúbico, com base nas seções topográficas, levantadas a nível, após desmatamento e limpeza do terreno. O volume será calculado a partir das áreas limitadas pelos perfis do terreno nas seções levantadas e o perímetro em contato com o solo, estabelecido no projeto, para o revestimento do canal ou vala na seção correspondente. No caso de fundações o volume de escavação a ser medido, será limitado pelo plano de assentamento da fundação, pelos planos verticais que passam pelo perímetro da base da fundação e pela superfície do terreno levantada após desmatamento e limpeza. Quando cabível e acordado previamente pela Fiscalização, a medição desse item poderá ser efetuada “in loco” desde que o volume a escavar não seja representativo.

Para galerias será objeto de medição e pagamento o volume que exceder a altura de 1 metro entre a geratriz externa superior da obra e a cota final do pavimento. Os demais se consideram inclusos no preço de galerias, drenos ou tubulações assentadas.

Não serão medidos os volumes excedentes dos acima descritos.

#### - Pagamento

O pagamento dos materiais escavados, transportados e espalhados nos locais de destinação, será feito por metro cúbico medido, devendo incluir todos os custos abaixo relacionados:

- operação mecanizada de escavação e carga dos materiais;

- transporte dos materiais dos locais onde forem escavados até sua destinação, utilizando qualquer tipo de equipamento, inclusive para os locais determinados para os bota-foras;
- lançamento dos materiais transportados nos locais de destinação, em camadas uniformes;
- acabamento manual e mecanizado dos taludes e plataformas;
- serviços topográficos de marcação e acompanhamento;
- drenagem das águas pluviais durante a execução;
- recomposição das erosões nos taludes e nas plataformas durante a execução;
- aquisição, carga, transporte, descarga, manutenção e conservação dos equipamentos utilizados;
- assim como os custos de mão de obra e de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.

#### 14.9 Escavação mecanizada em lama, com bota-fora

##### – Execução

Foram considerados nestas especificações como escavação mecanizada em lama, os serviços a seguir relacionados:

operação mecanizada de escavação;

carga e transporte do material para os locais de destinação indicados no projeto;

descarga e espalhamento dos materiais transportados;

regularização mecanizada ou manual dos taludes das escavações.

Os equipamentos convencionais utilizados neste tipo de serviço, são:

escavadeiras de esteira, equipadas com pá de arrasto "dragline";



concha direta "shovel" ou invertida "retroescavadeira";  
carregadeiras frontais de porte médio a pequeno;  
veículos transportadores equipados com carrocerias basculantes;  
tratores de porte médio a pequeno;

As escavações serão executadas nos locais indicados no projeto ou estabelecidos pela Fiscalização.

Sempre que possível, deverão ser feitas valas de drenagem com a finalidade de rebaixar o nível d'água no interior da cava. O fundo da cava deve ser o mais regular possível, de modo a facilitar a drenagem acima referida.

O material proveniente da escavação deverá ser removido para os locais previamente aprovados pela Fiscalização.

Antes do início dos serviços de escavação, a executante deverá proceder à marcação dos locais a serem escavados.

O controle topográfico será efetuado por nivelamento geométrico de cada seção antes e depois das escavações.

#### - Medição

A medição dos materiais a serem escavados, será feita em metros cúbicos. O volume será determinado considerando-se as seções topográficas do terreno antes do início dos serviços e as seções topográficas finais de acordo com a linha de corte determinada em projeto.

Não serão medidos os volumes excedentes dos acima descritos.

#### - Pagamento





O pagamento dos materiais escavados, transportados e espalhados nos locais de destinação, será feito por metro cúbico medido, devendo incluir todos os custos abaixo relacionados:

- operação mecanizada de escavação e carga dos materiais;
- transporte dos materiais dos locais onde forem escavados até sua destinação, utilizando qualquer tipo de equipamento;
- lançamento dos materiais transportados nos locais de destinação, em camadas uniformes;
- acabamento manual e mecanizado dos taludes e plataformas;
- serviços topográficos de marcação e acompanhamento;
- drenagem das águas pluviais durante a execução;
- aquisição, carga, transporte, descarga, manutenção e conservação dos equipamentos utilizados;
- assim como os custos de mão de obra e de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.

#### 14.10 Aterro/Reaterro/Compactação – manual ou com placas vibratórias

– Aterro/Reaterro/Compactado com material argiloso, arenoso ou areia

– Execução

Foram considerados, nestas especificações, como aterro, reaterro e compactação executada manualmente ou com equipamentos mecânicos de controle manual, do tipo placa vibratória ou sapos mecânicos, os serviços a seguir:

- escavação, carga e transporte de solos;



- serviços topográficos de marcação e acompanhamento;
- controle tecnológico;
- espalhamento nos locais indicados, em camadas nunca superiores a 20cm;
- umedecimento;
- compactação;
- acabamento da superfície.

Os equipamentos convencionais utilizados neste tipo de serviço, são:

- equipamentos para extração, carga, transporte e descarga dos solos;
- placas vibratórias;
- sapos mecânicos;
- ferramentas para serviços manuais, tais como : pás, carros de mão, soquetes, enxadas, etc

A executante, antes do início dos serviços, deverá proceder à marcação dos locais a serem escavados de acordo com os detalhes apresentados em projeto.

Os aterros e reaterros deverão obedecer à forma, às dimensões, aos alinhamentos e às cotas, estabelecidas no projeto e serão executados com material selecionado, previamente aprovado pela Fiscalização; não poderão ser utilizados solos com matéria orgânica, ou turfa, ou argilas com WL (limite de liquidez) superior a 50 %, ou solos cuja expansão seja superior a 2 %, quando medida no ensaio de determinação do ISC.

O solo solto deverá ser disposto em camadas com espessura final máxima de 20 cm.

Salvo quando o Projeto especificar em contrário, o grau de compactação dos solos nos aterros/reaterros deverá alcançar o valor mínimo correspondente a 95 % do valor da massa específica aparente seca máxima obtida no ensaio



com a energia correspondente à do ensaio dito Proctor Normal, quando o solo for compactado com umidade igual à umidade ótima tolerando-se uma variação máxima de 3%.

Visando à determinação dos valores de umidade ótima e de densidade máxima do solo a utilizar no aterro/reaterro, deverão ser efetuados, previamente, ensaios de compactação dos materiais de aterro/reaterro, em número mínimo de três (3) ensaios, complementados pela caracterização das amostras através de ensaios de análises granulométricas por peneiramento e determinações dos limites de liquidez e de plasticidade; em ocorrendo materiais diferentes, deverão ser realizados três (3) ensaios para cada tipo de material.

Os aterros e reaterros deverão ser controlados da realização de ensaios “in situ”, utilizando o processo do garrafão com areia ou através da cravação do cilindro bizelado, para determinação da massa específica aparente do solo seco e recorrendo à queima do solo, ou a utilização de “speedy”, ambos aferidos com ensaios prévios realizados em estufa, para a determinação da umidade do aterro/reaterro compactado, para cada camada e à razão de um mínimo de um ensaio por camada, ou para cada 30 m<sup>2</sup>, ou um ensaio por dia (o que ocorrer primeiro).

Nos aterros com areia serão determinadas as densidades máximas e mínimas da areia em laboratório e verificados os graus de densidade relativa dos aterros em campo após a densificação da areia, à razão de um mínimo de um ensaio por camada, ou para cada 30m<sup>2</sup>, ou um ensaio por dia (o que ocorrer primeiro). A densidade relativa dos aterros com areia não poderão ser inferiores a 70%.

#### - Medição

A medição dos aterros e reaterros será efetuada em metro cúbico de material compactado, sendo o volume calculado a partir das seções topográficas iniciais



e finais, ou medidas “in loco”, quando cabível e previamente acordado com a Fiscalização, desde que o volume a escavar não seja representativo.

#### - Pagamento

Os preços para pagamento dos volumes medidos deverão incluir todos os custos abaixo relacionados:

- escavação, carga, transporte e descarga dos solos de jazidas, cortes ou empréstimos;
- espalhamento, umedecimento e homogeneização dos materiais;
- compactação em camadas de no máximo 20cm, com placas vibratórias ou sapos mecânicos ou manualmente em camadas de no máximo 15cm;
- serviços topográficos de marcações e acompanhamento;
- controle tecnológico;
- regularização manual dos taludes;
- drenagem das águas pluviais durante a execução;
- aquisição e transporte de materiais e de equipamentos, inclusive os transportes horizontal e vertical, dentro da obra, quaisquer que sejam as distâncias e os meios de transporte utilizados;
- transporte dos materiais dos locais onde foram escavados até o local de utilização;
- assim como os custos de mão de obra e de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.

#### 14.11 Aterro em solo cimento com ou sem aproveitamento de material

##### – Execução

Considerou-se nestas especificações o aterro em solo cimento à mistura e à compactação de solo, cimento e água em proporções previamente



determinadas por processo próprio de dosagem em laboratório e executado conforme estabelecido em projeto.

- escavação, carga, transporte e descarga de solos;
- serviços topográficos de marcação e acompanhamento;
- controle tecnológico;
- mistura dos materiais constituintes do solo cimento;
- espalhamento nos locais indicados, em camadas nunca superiores a 20cm;
- umedecimento;
- compactação;
- acabamento da superfície.

O cimento a ser utilizado deverá estar de acordo coma NBR 5732.

A água deverá ser isenta de teores nocivos de sais, ácidos, álcalis, matéria orgânica e outras substâncias prejudiciais.

Os aterros em solo cimento deverão obedecer à forma, às dimensões, aos alinhamentos e às cotas, estabelecidas no projeto e serão executados com material selecionado, previamente aprovado pela Fiscalização. Poderá ser reaproveitado material da própria obra, desde que não sejam solos com matéria orgânica, ou turfa, ou argilas com WL (limite de liquidez) superior a 50 %, ou solos cuja expansão seja superior a 2 %, quando medida no ensaio de determinação do ISC.

Para a execução dos aterros em solo cimento serão utilizados os seguintes equipamentos:

- equipamentos para extração, carga, transporte e descarga dos solos;
- betoneira de no mínimo 200 litros de capacidade;



- placas vibratórias;
- sapos mecânicos;
- ferramentas para serviços manuais, tais como : pás, carros de mão, soquetes, enxadas, etc

O traço a ser utilizado, em volume de cimento e solo, será de 1:m, conforme especificação de projeto. É recomendável que m não seja superior a 15. Caso seja reaproveitado material da própria obra, as proporções dos componentes da mistura serão determinadas em laboratório. Ocorrendo mudanças do solo utilizado, deverá ser realizada nova dosagem da mistura de solo cimento.

Visando à determinação dos valores de umidade ótima e de densidade máxima do solo a utilizar no aterro em solo cimento, deverão ser efetuados, previamente, ensaios de compactação com a energia correspondente à do Proctor normal, complementados pela caracterização das amostras através de ensaios de análises granulométricas por peneiramento e determinações dos limites de liquidez e de plasticidade.

A mistura será executada com o emprego de betoneira, e as quantidades de solo, medidas em volume com o auxílio de recipientes de dimensões previamente determinadas, serão relacionadas a um saco de cimento (50kg). Caso o volume seja significativo a mistura do solo cimento poderá ser efetuada em central dosadora.

A quantidade de água será calculada em função dos elementos fornecidos pela dosagem da mistura. Será medida em volume e adicionada à mistura de solo com cimento, previamente homogeneizada. Os materiais serão misturados até atingir cor uniforme. Não deverá ultrapassar o prazo de 3 horas entre o momento da incorporação do cimento até a conclusão da compactação e do acabamento da camada de aterro.



As camadas de solo cimento compactadas não deverão ultrapassar a espessura de 15cm.

No caso de aterro em degraus ou bermas, serão utilizadas formas de madeira, nas quais será lançada a mistura.

Deverá ser executada a cura do aterro em solo cimento durante o período mínimo de sete dias através do umedecimento de suas superfícies. Não será permitido o tráfego sobre a superfície acabada durante o período de cura do solo cimento.

O grau de compactação do solo cimento deverá alcançar o valor mínimo correspondente a 95 % do valor da massa específica aparente seca máxima obtida em ensaio com a energia correspondente à do ensaio dito Proctor Normal. A umidade de compactação da mistura não deverá variar de mais de 3% em relação à umidade ótima obtida no ensaio com a energia do Proctor Normal.

Os aterros e reaterros deverão ser controlados por ensaios “in situ”, utilizando o processo do garrafão com areia ou mediante a cravação do cilindro bizelado, para determinação da massa específica aparente do solo seco e recorrendo à queima do solo, ou através da utilização de “speedy”, ambos aferidos com ensaios prévios em estufa, para a determinação da umidade do aterro compactado, para cada camada e à razão de um mínimo de um ensaio por camada, ou para cada 30 m<sup>2</sup>, ou um ensaio por dia (o que ocorrer primeiro).

#### - Medição

A medição dos aterros em solo cimento será em metro cúbico de material compactado, sendo o volume calculado a partir das seções topográficas iniciais e finais, ou medidas “in loco”, quando cabível e previamente acordado com a Fiscalização, desde que o volume do solo cimento não seja representativo.

- Pagamento

Os preços para pagamento dos volumes medidos deverão incluir todos os custos abaixo relacionados:

- escavação, carga, transporte e descarga dos solos de jazidas, cortes ou empréstimos;
- destorroamento, peneiramento e mistura dos materiais manualmente ou em betoneira ou em central dosadora;
- transporte do solo cimento para aplicação;
- compactação em camadas de no máximo 15cm, manualmente ou com placas vibratórias ou sapos mecânicos;
- serviços topográficos de marcações e acompanhamento;
- controle tecnológico;
- acabamento dos taludes;
- drenagem das águas pluviais durante a execução;
- aquisição e transporte de materiais e de equipamentos, inclusive os transportes horizontal e vertical, dentro da obra, quaisquer que sejam as distâncias e os meios de transporte utilizados;
- transporte dos materiais dos locais onde foram escavados até o local de utilização;
- assim como os custos de mão de obra e de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.

14.12. Aterro/Reaterro - mecanizado

– Aterro com areia em terreno de baixa capacidade de suporte





#### – Execução

Foram considerados nestas especificações como aterros em terrenos de baixa capacidade de suporte, os serviços a seguir:

- escavação, carga, transporte e descarga de areia;
- espalhamento de areia nas cavas;
- serviços topográficos de marcação e acompanhamento;
- umedecimento de areia;
- densificação da areia;
- regularização da plataforma acabada.

Serão utilizadas areias das jazidas indicadas no projeto ou outras aprovadas pela Fiscalização.

Os equipamentos convencionais utilizados neste tipo de serviço, são:

- tratores de porte médio a pesado, equipados com lâmina frontal;
- carregadeiras frontais de esteira de porte médio a pesado;
- veículos transportadores equipados com carrocerias basculantes;
- equipamentos para umedecimento da areia;
- equipamentos para densificação da areia.

Nos locais onde forem removidos os solos moles para fundação dos aterros, e não for possível rebaixar o nível d'água através de valas de drenagem ou outros processos comuns, a cava será preenchida com material drenante, com a finalidade de melhorar a fundação em relação a sua capacidade de suporte e drenagem.



A areia proveniente da jazida indicada será lançada e espalhada na cava até a cota estabelecida em projeto. Logo após, será densificada através de passagens sucessivas de trator de esteiras de porte médio a pesado.

- Medição

A medição dos aterros com areia será efetuada em metro cúbico de material empregado, sendo o volume determinado por levantamento topográfico através de taqueometria. Caso o volume não seja significativo e previamente acordado com a Fiscalização o volume será determinado pelas medidas dos caminhões transportadores.

- Pagamento

Os preços para pagamento dos volumes medidos deverão incluir todos os custos abaixo relacionados:

- desmatamento e expurgo dos areais;
- escavação, carga e transporte da areia até os locais de destinação, qualquer que seja o areal utilizado;
- descarga, espalhamento e lançamento da areia nas cavas de acordo com o projeto;
- densificação com passagens sucessivas de trator de esteiras na plataforma acabada;
- construção de acessos e caminhos de serviços para os areais e para a base dos aterros;
- serviços topográficos de marcações e acompanhamento;
- controle tecnológico;
- aquisição, carga, transporte, descarga, aplicação e utilização de todos os materiais;
- aquisição, carga, transporte, descarga, operação, manutenção e conservação dos equipamentos;



- assim como os custos de mão de obra e de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.

#### 14.13 Aterro compactado mecanicamente

##### – Execução

Foram considerados nestas especificações, como aterro compactado mecanicamente, os serviços a seguir:

- regularização das camadas lançadas;
- gradeamento, umedecimento ou aeração e homogeneização dos solos;
- compactação mecanizada das camadas.

Estas operações serão precedidas da execução dos serviços de desmatamento, destocamento, limpeza do terreno e da marcação dos off-sets nos locais indicados para aterros e de acordo com os detalhes apresentados no projeto.

Os solos para os aterros terão procedência de empréstimos ou de cortes a serem escavados, devidamente selecionados.

Os solos para os aterros deverão ser isentos de matérias orgânicas, micáceas, e diatomáceas. Turfas e argilas orgânicas não devem ser empregadas.

Na execução do corpo dos aterros não será permitido o uso de solos de baixa capacidade de suporte (Índice Suporte Califórnia - ISC < 2%) e expansão maior do que 4% obtida no ensaio de acordo com a norma NBR 9895.



A camada final dos aterros (0,60m abaixo da cota correspondente ao greide de terraplenagem) deverá constituir-se de solo selecionado na fase de projeto, entre os melhores disponíveis. Não será permitido o uso de solos com expansão maior do que 2%.

Os equipamentos empregados neste tipo de serviço, são:

- tratores de lâmina;
- tratores de rodas pneumáticas (tratores agrícolas);
- veículos distribuidores de água;
- caminhões basculantes;
- grades de disco pesadas;
- moto-niveladoras pesadas, com escarificador;
- rolos lisos, de pneus, pés de carneiro, estáticos ou vibratórios

Os materiais espalhados em camadas de, no máximo, 30cm nos corpos de aterro e 20cm na camada final, com teor de umidade pouco acima da umidade ótima determinada em laboratório, serão homogeneizados com a utilização de grade de discos.

Todas as camadas do solo deverão ser convenientemente compactadas com o teor de umidade com variação máxima de 3% da umidade ótima, obtida no ensaio de compactação com energia correspondente à do Proctor normal de acordo com a NBR 7182. Para o corpo dos aterros, deverá se obter a massa específica aparente seca correspondente ao mínimo de 95% da massa específica aparente seca máxima obtida no referido ensaio. Para as camadas finais a massa específica aparente seca deve corresponder ao mínimo de 100% da massa específica aparente seca máxima. Os trechos que não atingirem as condições mínimas de compactação deverão ser novamente compactados, até se obter a massa específica aparente seca exigida. Caso a camada de aterro se apresente com teor de umidade fora da faixa



especificada, esta deverá ser escarificada, homogeneizada, aerada ou umedecida e submetida a nova compactação.

No caso de aterros assentes sobre encostas, estas deverão ser escarificadas com um trator de lâmina, produzindo ranhuras e degraus ao longo da área a ser aterrada.

As camadas dos aterros deverão ser executadas com inclinações transversais superiores a 3%, de modo a facilitar o escoamento das águas durante a construção.

Deverão ser executas valas nos bordos dos aterros, no final de cada turno de trabalho, com a finalidade de prevenir erosões em casos de chuvas, como também, todas as camadas lançadas deverão ser compactadas e regularizadas para evitar a saturação do material durante a noite.

No caso de alargamento de aterros a execução será obrigatoriamente procedida de baixo para cima, acompanhada de degraus nos seus taludes.

#### – Controle do Material

Deverão ser adotados os seguintes procedimentos:

- 01 ensaio de compactação com a energia correspondente à do ensaio Proctor normal, de acordo com a norma NBR 7182, para cada 1.000m<sup>3</sup> de material do corpo do aterro;
- 01 ensaio de compactação com a energia correspondente à do ensaio Proctor normal, de acordo com a norma NBR 7182, para cada 200m<sup>3</sup> de material de camada final do aterro;

- 01 ensaio de granulometria (NBR 7181), do limite de liquidez (NBR 6459) e do limite de plasticidade (NBR 7180) para o corpo do aterro, para todo o grupo de dez amostras submetidas ao ensaio de compactação;
- 01 ensaio de granulometria (NBR 7181), do limite de liquidez (NBR 6459) e do limite de plasticidade (NBR 7180) para as camadas finais do aterro, para todo o grupo de quatro amostras submetidas ao ensaio de compactação.
- 01 ensaio do Índice de Suporte Califórnia, com energia correspondente à do ensaio Proctor normal (NBR 7182) para as camadas finais, para cada grupo de quatro amostras submetidas a ensaios de compactação.

#### - Controle da Execução

Ensaio de massa específica aparente seca "in situ" em locais escolhidos aleatoriamente, por camada, distribuídos regularmente ao longo do segmento (NBR 7185). Para pistas de extensões limitadas, com volume de no máximo 1.200m<sup>3</sup> no corpo do aterro, ou 800m<sup>3</sup> para as camadas finais deverão ser feitas pelo menos 5 determinações para o cálculo da percentagem do grau de compactação - GC.

As determinações do grau de compactação GC serão realizadas utilizando-se os valores da massa específica aparente seca de laboratório e da massa específica aparente seca "in situ" obtida no campo. Deverão ser obedecidos os seguintes valores:

- a) corpo do aterro →  $GC \geq 95\%$ ;
- b) camadas finais →  $GC \geq 100\%$ .



#### - Controle Geométrico

O acabamento da plataforma de aterro será procedido mecanicamente de forma a alcançar a conformação da seção transversal do projeto, admitidas as tolerâncias seguintes:

variação da altura máxima de  $\pm 4$ cm para o eixo e bordos;

variação máxima da largura de + 30cm para a plataforma, não sendo admitida variação para menos.

O controle deverá ser efetuado por nivelamentos de eixo e bordos.

#### - Aceitação e Rejeição

A expansão, determinada no ensaio de Índice Suporte Califórnia - ISC, deverá sempre apresentar o seguinte resultado:

a) corpo do aterro:  $ISC \geq 2\%$  e  $expansão \leq 4\%$ ;

b) camadas finais:  $ISC \geq 2\%$  e  $expansão \leq 2\%$ .

#### - Medição

A execução dos aterros compactados mecanicamente será medida em metros cúbicos. O volume será obtido pela aplicação da média das áreas calculadas com base nas seções transversais do terreno, obtidas por nivelamento geométrico após a conclusão do desmatamento e da limpeza do terreno.

Os limites para a obtenção das áreas serão a plataforma e os taludes, detalhados em projeto para cada seção.



Não será medido nenhum acréscimo de serviço feito em desacordo com o projeto ou estas especificações.

Não serão medidos os volumes escavados para os escalonamentos.

#### - Pagamento

Os preços para pagamento dos volumes medidos deverão incluir todos os custos abaixo relacionados:

- espalhamento e acabamento mecanizados das camadas dos aterros nas espessuras indicadas;
- umedecimento com a utilização de veículos distribuidores de água;
- homogeneização, utilizando-se grades de discos;
- compactação das camadas de aterro;
- regularização das plataformas utilizando-se motoniveladora;
- acabamento manual ou mecanizado dos taludes;
- serviços topográficos de marcações e acompanhamento;
- drenagem das águas pluviais (valas) durante a execução dos serviços
- recomposição e compactação com placas vibratórias, por camada, das erosões que ocorram até o final da obra;
- execução dos escalonamentos de acordo com os detalhes estabelecidos em projeto;
- controle tecnológico;
- aquisição, carga, transporte, descarga, aplicação ou utilização de todos os materiais;
- aquisição, carga, transporte, descarga, operação, manutenção e conservação dos equipamentos;





- assim como os custos de mão de obra e de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.

#### 14.14 Compactação manual

– Apiloamento ou compactação de solo em camadas de 0,15m inclusive umedecimento e limpeza do material

– Execução

Neste item foram considerados, os serviços de apiloamento ou compactação de solo, em camadas de no mínimo 15cm de espessura executadas manualmente ou com equipamentos mecânicos de controle manual, do tipo placa vibratória ou sapos mecânicos. Estes serviços deverão seguir rigorosamente as disposições contidas no item 5.4.1 destas especificações.

- Medição

A medição do apiloamento ou compactação dos solos será em metro cúbico de material compactado, sendo o volume calculado a partir das seções topográficas iniciais e finais, ou medidas “in loco”, quando cabível e previamente acordado com a Fiscalização, desde que o volume a medir não seja significativo.

- Pagamento

Os preços para pagamento dos volumes medidos deverão incluir todos os custos abaixo relacionados:

- espalhamento, umedecimento ou aeração e homogeneização dos materiais;
- compactação em camadas de no máximo 15cm de espessura, com placas vibratórias ou sapos mecânicos ou manualmente;
- serviços topográficos de marcações e acompanhamento;
- controle tecnológico;
- regularização manual dos taludes;
- drenagem das águas pluviais durante a execução;
- aquisição e transporte de materiais e de equipamentos, inclusive os transportes horizontal e vertical, dentro da obra, quaisquer que sejam as distâncias e os meios de transporte utilizados;
- assim como os custos de mão de obra e de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.

#### 14.15 Compactação mecanizada

– Compactação de aterros a 95% ou 100% do Proctor Simples

– Execução

Neste item foram considerados, os serviços de compactação mecanizada de aterros a 95% ou 100% do Proctor simples, respectivamente em camadas de corpo de aterro ou camada final de aterro. Estes serviços deverão seguir rigorosamente as disposições contidas no item 5.5.2 destas especificações.

- Medição

A execução da compactação mecânica de aterros será medida em metros cúbicos. O volume será obtido pela aplicação da média das áreas calculadas



com base nas seções transversais do terreno, obtidas por nivelamento geométrico após a conclusão do desmatamento e da limpeza do terreno.

Os limites para a obtenção das áreas serão a plataforma e os taludes, detalhados em projeto para cada seção.

Não será medido nenhum acréscimo de serviço feito em desacordo com o projeto ou estas especificações.

Não serão medidos os volumes escavados para os escalonamentos.

#### - Pagamento

Os preços para pagamento dos volumes medidos deverão incluir todos os custos abaixo relacionados:

- espalhamento e acabamento mecanizados das camadas dos aterros nas espessuras indicadas;
- umedecimento com a utilização de veículos distribuidores de água;
- homogeneização, utilizando-se grades de discos;
- compactação das camadas de aterro;
- regularização das plataformas utilizando-se motoniveladora;
- acabamento manual ou mecanizado dos taludes;
- serviços topográficos de marcações e acompanhamento;
- drenagem das águas pluviais (valas) durante a execução dos serviços
- recomposição e compactação com placas vibratórias, por camada, das erosões que ocorram até o final da obra;
- execução dos escalonamentos de acordo com os detalhes estabelecidos em projeto;
- controle tecnológico;

- aquisição, carga, transporte, descarga, aplicação ou utilização de todos os materiais;
- aquisição, carga, transporte, descarga, operação, manutenção e conservação dos equipamentos;
- assim como os custos de mão de obra e de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.

## **15. CARGAS E TRANSPORTES**

– Carga/Descarga – manual ou mecanizada, Transporte horizontal ou vertical – manual

e Transporte em caminhão – Bota-fora

– Execução

Neste item foram considerados os serviços relacionados a seguir:

- Carga e descarga manual;
- Carga e descarga mecanizada;
- Transporte em carro de mão, com distâncias médias de transporte (DMT) de 10m, 50m e 100m;
- Transporte vertical manual, com alturas até 10m, 15m e 20m;
- Transporte em caminhão – Bota-fora com distâncias médias de transporte (DMT) de 10km, 15km, 20km e 30km.

Estes serviços não podem ser confundidos com as cargas e transportes de materiais de obra cujos custos já estejam inclusos nos seus preços finais de



outros serviços. Antes do início da execução destes serviços, deverá ser verificado se os mesmos estão inclusos em outros itens da planilha de preços, caso contrário deverá ser acordado previamente com a Fiscalização objetivando a medição dos serviços.

- Medição

A execução das cargas e transportes determinados neste item será medida em volumes de caminhões previamente aferidos.

- Pagamento

O pagamento dos serviços será feito pelo preço unitário proposto para os volumes medidos e deverão incluir todos os custos abaixo relacionados:

- aquisição de materiais, equipamentos e transporte;
- transporte e bota-fora em local previamente aprovado pela Fiscalização;
- aquisição, carga, transporte, descarga, operação, manutenção e conservação dos equipamentos;
- assim como os custos de mão de obra e de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.

## **16. SERVIÇOS DE DRENAGEM**

16.1 – Galeria tubular de concreto, inclusive escavação, reaterro c/ areia, reaterro c/ material da própria obra, berço de concreto e bota-fora

– Execução

Considerou-se nestas especificações como execução de galerias tubulares de concreto, os serviços a seguir:

- escavação das cavas para as fundações das galerias;
- regularização dos taludes das cavas;



- preparo do concreto para os berços;
- lançamento do concreto da base;
- assentamento e rejuntamento dos tubos;
- lançamento e adensamento do concreto nas laterais;
- reaterro das cavas após a conclusão das obras.

Os tubos pré-moldados de concreto estão sujeitos às seguintes normas: Determinação da resistência à compressão diametral em tubos de concreto simples - NBR 6583, Tubos de concreto simples de seção circular para águas pluviais - NBR 9793, Tubos de concreto armado de seção circular para águas pluviais NBR 9794, Determinação da resistência à compressão diametral em tubos de concreto armado - NBR 9795 e Verificação da permeabilidade - NBR 9796.

O concreto da calçada, dos berços e envoltória (quando houver) deverá ter uma resistência característica à compressão  $f_{ck} = 15 \text{ Mpa}$ .

Os equipamentos normalmente utilizados são os seguintes:

- retroescavadeiras;
- betoneira de 250 litros;
- vibrador de imersão para concreto;
- compactadores manuais tipo placas vibratórias leves ou sapos mecânicos.

As escavações manuais serão executadas de modo a garantir que não haja desmoronamentos. Caso tenha necessidade de escoramentos, o mesmo deverá ser programado pela Construtora e submetido à apreciação, para aprovação da Fiscalização.

O assentamento dos tubos será iniciado após o endurecimento do concreto da base.



Deverá ser garantida a cura do concreto pelos processos usuais até que se tenha condições de iniciar o reaterro.

O rejuntamento dos tubos será executado com argamassa de cimento e areia no traço 1:4 em volume.

O alinhamento das galerias e a verificação das cotas e declividades estabelecidas em projeto, será executado antes do reaterro das tubulações.

Após a cura do concreto das laterais deverá ser executado o reaterro das obras, com material indicado pelo projeto ou pela Fiscalização, em camadas de no máximo 20cm de espessura, de maneira a garantir um grau de compactação igual ou superior a 100% do correspondente à energia de compactação do Proctor normal com desvio de umidade em torno de 3% da umidade ótima obtida no ensaio. O grau de compactação deverá ser verificado à razão de um mínimo de um ensaio por camada, ou para cada 30m<sup>2</sup>, ou um ensaio por dia (o que ocorrer primeiro).

Nos aterros com areia serão determinadas as densidades máximas e mínimas da areia em laboratório e verificada a percentagem de densidade relativa dos aterros em campo após a densificação da areia, à razão de um mínimo de um ensaio por camada, ou para cada 30m<sup>2</sup>, ou um ensaio por dia (o que ocorrer primeiro). A percentagem de densidade relativa dos aterros com areia não poderá ser inferior a 70%.

O controle de qualidade dos concretos empregados e dos tubos será feito, também por amostragem aleatória.

- Medição





A medição será feita por metro linear de galeria concluída, de acordo com os detalhes estabelecidos em projeto, para cada tipo e diâmetro.

#### - Pagamento

O pagamento dos serviços será feito pelo preço unitário proposto para o metro de galeria concluída para cada tipo e diâmetro e deverão incluir todos os custos abaixo relacionados:

- serviços topográficos para marcação das obras;
- abertura das cavas em qualquer tipo de solo até um limite superior de 1 metro acima da geratriz superior externa da galeria;
- regularização manual das cavas;
- limpeza e esgotamento das cavas;
- preparo, fixação e remoção das formas e escoras;
- preparação do concreto da calçada, berço e envoltória (quando houver);
- transporte e aplicação do concreto nas formas;
- assentamento, alinhamento e encaixe das manilhas;
- rejuntamento das manilhas;
- escavação, carga, transporte, espalhamento, e umedecimento ou aeração do material para o reaterro;
- reaterro compactado até 1 metro acima da geratriz superior da galeria;
- compactação do material do reaterro em camadas de 20cm;
- carga, transporte, descarga e espalhamento nos locais indicados no projeto, dos materiais excedentes das cavas;
- controle tecnológico;
- verificações topográficas de declividades, cotas e alinhamentos;
- desvio de águas pluviais durante a execução das obras;
- execução de escoramentos e enscadeiras, se necessário;
- aquisição, carga, transporte, descarga, utilização e aplicação de materiais;

- aquisição, carga, transporte, descarga, operação, manutenção e conservação dos equipamentos;
- limpeza e/ou reconstrução das cavas e galerias danificadas durante a construção até o recebimento do trecho;
- assim como os custos de mão de obra e de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.

16.2 – Galeria tubular de concreto em vala com seção retangular, inclusive escavação, reaterro c/ areia, reaterro c/ material da própria obra, berço de areia e bota-fora

– Execução

Considerou-se nestas especificações como execução de galerias tubulares de concreto em vala com seção retangular, com berço de areia, os serviços a seguir:

- escavação das cavas para as fundações das galerias;
- regularização dos taludes das cavas;
- lançamento de areia e preparo do berço;
- assentamento e rejuntamento dos tubos;
- reaterro das cavas após a conclusão das obras.

Os tubos pré-moldados de concreto estão sujeitos às seguintes normas: Determinação da resistência à compressão diametral em tubos de concreto simples - NBR 6583, Tubos de concreto simples de seção circular para águas pluviais - NBR 9793, Tubos de concreto armado de seção circular para águas pluviais NBR 9794, Determinação da resistência à compressão diametral em tubos de concreto armado - NBR 9795 e Verificação da permeabilidade - NBR 9796.



Os equipamentos normalmente utilizados são os seguintes:

- retroescavadeiras;
- compactadores manuais tipo placas vibratórias leves ou sapos mecânicos.

As escavações manuais serão executadas de modo a garantir que não haja desmoronamentos. Caso tenha necessidade de escoramentos, o mesmo deverá ser programado pela Construtora e submetido à apreciação, para aprovação da Fiscalização.

Concluída as escavações, procede-se ao lançamento da areia para a execução do berço da galeria.

O berço recomendado é uma camada de areia com espessura mínima de 20cm.

O berço de areia deverá ser densificado hidráulicamente e a percentagem de compacidade relativa obtida deverá ser maior ou igual a 70% do ensaio de referência obtido em laboratório.

O assentamento dos tubos somente será iniciado após a preparação do berço.

O alinhamento das galerias e a verificação das cotas e declividades estabelecidas em projeto, será executado antes do reaterro das tubulações.

O rejuntamento dos tubos será executado com argamassa de cimento e areia no traço 1:4 em volume.

O envolvimento da tubulação deverá ultrapassar em 10 cm a sua geratriz superior. A densificação do material de envolvimento dos tubos pode ser feita



hidraulicamente, com soquetes manuais ou sapos mecânicos, simultaneamente dos dois lados do tubo, em camadas de no máximo 20cm de espessura, obedecendo os mesmos critérios para o controle da densificação do berço.

O reaterro das obras deverá ser executado com material indicado pelo projeto ou pela Fiscalização, em camadas de no máximo 20cm de espessura, de maneira a garantir um grau de compactação igual ou superior a 100% do correspondente à energia de compactação do Proctor normal com desvio de umidade em torno de 3% da umidade ótima obtida no ensaio. O grau de compactação deverá ser verificado à razão de um mínimo de um ensaio por camada, ou para cada 30m<sup>2</sup>, ou um ensaio por dia (o que ocorrer primeiro).

Nos reaterros com areia serão determinadas as densidades máximas e mínimas da areia em laboratório e verificada a percentagem de densidade relativa dos aterros em campo após a densificação da areia, à razão de um mínimo de um ensaio por camada, ou para cada 30m<sup>2</sup>, ou um ensaio por dia (o que ocorrer primeiro). A percentagem de densidade relativa dos aterros com areia não poderá ser inferior a 70%.

O controle de qualidade dos tubos será feito por amostragem aleatória.

#### - Medição

A medição será feita por metro linear de galeria concluída, de acordo com os detalhes estabelecidos em projeto, para cada tipo e diâmetro.

#### - Pagamento



O pagamento dos serviços será feito pelo preço unitário proposto para o metro de galeria concluída para cada tipo e diâmetro e deverão incluir todos os custos abaixo relacionados:

- serviços topográficos para marcação das obras;
- abertura das cavas em qualquer tipo de solo até um limite superior de 1 metro acima da geratriz superior externa da galeria;
- regularização manual das cavas;
- limpeza e esgotamento das cavas;
- execução do berço de areia;
- assentamento, alinhamento e encaixe das manilhas;
- rejuntamento das manilhas;
- lançamento e densificação do material de envolvimento das manilhas;
- escavação, carga, transporte, espalhamento, e umedecimento ou aeração do material para o reaterro;
- reaterro compactado até 1 metro acima da geratriz superior da galeria;
- compactação do material do reaterro em camadas de 20cm;
- carga, transporte, descarga e espalhamento nos locais indicados no projeto, dos materiais excedentes das cavas;
- controle tecnológico;
- verificações topográficas de declividades, cotas e alinhamentos;
- desvio de águas pluviais durante a execução das obras;
- execução de escoramentos e enscadeiras, se necessário;
- aquisição, carga, transporte, descarga, utilização e aplicação de materiais;
- aquisição, carga, transporte, descarga, operação, manutenção e conservação dos equipamentos;
- limpeza e/ou reconstrução das cavas e galerias danificadas durante a construção até o recebimento do trecho;



- assim como os custos de mão de obra e de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.

16.3 – Galeria tubular de concreto em vala com seção trapezoidal, inclusive escavação, reaterro c/ areia, reaterro c/ material da própria obra, berço de areia envelopado por geotêxtil e bota-fora

– Execução

Considerou-se nestas especificações como execução de galerias tubulares de concreto com berço de areia envolvido com geotêxtil, os serviços a seguir:

- escavação das cavas para as fundações das galerias;
- regularização dos taludes das cavas;
- lançamento de areia do berço;
- instalação da manta de geotêxtil;
- assentamento e rejuntamento dos tubos;
- reaterro das cavas após a conclusão das obras.

Os tubos pré-moldados de concreto estão sujeitos às seguintes normas: Determinação da resistência à compressão diametral em tubos de concreto simples - NBR 6583, Tubos de concreto simples de seção circular para águas pluviais - NBR 9793, Tubos de concreto armado de seção circular para águas pluviais NBR 9794, Determinação da resistência à compressão diametral em tubos de concreto armado - NBR 9795 e Verificação da permeabilidade - NBR 9796.

Os equipamentos normalmente utilizados são os seguintes:

retroescavadeiras;

compactadores manuais tipo placas vibratórias leves ou sapos mecânicos.



As escavações manuais serão executadas de modo a garantir que não haja desmoronamentos. Caso tenha necessidade de escoramentos, o mesmo deverá ser programado pela Construtora e submetido à apreciação, para aprovação da Fiscalização.

Concluída as escavações, procede-se ao lançamento da areia e a instalação da manta geotêxtil para a execução do berço da galeria.

O alinhamento das galerias e a verificação das cotas e declividades estabelecidas em projeto, será executado antes do reaterro das tubulações.

O rejuntamento dos tubos será executado com argamassa de cimento e areia no traço 1:4 em volume.

Após o rejuntamento dos tubos deverá ser executado o reaterro das obras, com material indicado pelo projeto ou pela Fiscalização, em camadas de no máximo 20cm de espessura, de maneira a garantir um grau de compactação igual ou superior a 100% do correspondente à energia de compactação do Proctor normal com desvio de umidade em torno de 3% da umidade ótima obtida no ensaio. O grau de compactação deverá ser verificado à razão de um mínimo de um ensaio por camada, ou para cada 30m<sup>2</sup>, ou um ensaio por dia (o que ocorrer primeiro).

Nos reaterros com areia serão determinadas as densidades máximas e mínimas da areia em laboratório e verificada a percentagem de densidade relativa dos aterros em campo após a densificação da areia, à razão de um mínimo de um ensaio por camada, ou para cada 30m<sup>2</sup>, ou um ensaio por dia (o que ocorrer primeiro). A percentagem de densidade relativa dos aterros com areia não poderá ser inferior a 70%.

O controle de qualidade dos tubos será feito por amostragem aleatória.



#### - Medição

A medição será feita por metro linear de galeria concluída, de acordo com os detalhes estabelecidos em projeto, para cada tipo e diâmetro.

#### - Pagamento

O pagamento dos serviços será feito pelo preço unitário proposto para o metro de galeria concluída para cada tipo e diâmetro e deverão incluir todos os custos abaixo relacionados:

- serviços topográficos para marcação das obras;
- abertura das cavas em qualquer tipo de solo até um limite superior de 1 metro acima da geratriz superior externa da galeria;
- regularização manual das cavas;
- limpeza e esgotamento das cavas;
- berço de areia;
- aquisição, transporte e instalação da manta geotêxtil;
- assentamento, alinhamento e encaixe das manilhas;
- rejuntamento das manilhas;
- escavação, carga, transporte, espalhamento, e umedecimento ou aeração do material para o reaterro;
- reaterro compactado até 1 metro acima da geratriz superior da galeria;
- compactação do material do reaterro em camadas de 20cm;
- carga, transporte, descarga e espalhamento nos locais indicados no projeto, dos materiais excedentes das cavas;
- controle tecnológico;
- verificações topográficas de declividades, cotas e alinhamentos;
- desvio de águas pluviais durante a execução das obras;



- execução de escoramentos e ensecadeiras, se necessário;
- aquisição, carga, transporte, descarga, utilização e aplicação de materiais;
- aquisição, carga, transporte, descarga, operação, manutenção e conservação dos equipamentos;
- limpeza e/ou reconstrução das cavas e galerias danificadas durante a construção até o recebimento do trecho;
- assim como os custos de mão de obra e de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.

16.4 – Galeria em tubo flexível estruturado - "RIB LOC" ou similar, inclusive escavação, reaterro c/ areia, reaterro c/ material da própria obra e bota-fora

– Execução

Considerou-se nestas especificações como galerias em tubos flexíveis estruturados, o uso de tubos leves, tipo "RIB LOC" ou similar, os serviços a seguir:

- escavação das cavas para as fundações das galerias;
- regularização dos taludes das cavas;
- assentamento e rejuntamento dos tubos;
- reaterro das cavas após a conclusão das obras.

O transporte, armazenamento, manuseio, assentamento e a montagem das juntas dos tubos flexíveis estruturados tipo "RIB LOC" ou similar deverão seguir os manuais do fabricante.

Os equipamentos normalmente utilizados são os seguintes:



- retroescavadeiras;
- compactadores manuais tipo placas vibratórias leves ou sapos mecânicos.

As escavações manuais serão executadas de modo a garantir que não haja desmoronamentos. Caso tenha necessidade de escoramentos, o mesmo deverá ser programado pela Construtora e submetido à apreciação, para aprovação da Fiscalização.

O fundo da vala deverá ser regular e uniforme, obedecendo a declividade prevista no projeto. Solos moles ou expansivos, orgânicos ou saturados deverão ser reforçados com uma camada de brita ou cascalho, com espessura mínima de 15cm, compactada adequadamente.

O berço mínimo recomendado é uma camada de areia, pedra britada ou cascalho com espessura mínima de 15cm.

O berço deverá ser compactado de maneira a garantir um grau de compactação igual ou superior a 95% do correspondente à energia de compactação do Proctor normal com desvio de umidade em torno de 3% da umidade ótima obtida no ensaio de compactação. Para areias a compactação deverá ser hidráulica e a percentagem de compactidade relativa maior ou igual a 70% do ensaio de referência obtido em laboratório.

O assentamento dos tubos somente será iniciado após a preparação do berço.

O alinhamento dos tubos e a verificação das cotas e declividades estabelecidas em projeto, será executado antes do reaterro das valas.

O material de envolvimento da tubulação deverá ser escolhido cuidadosamente e após a aprovação da Fiscalização, preferencialmente material de natureza



granular e bem graduado. O envolvimento da tubulação deverá ultrapassar em 30 cm a sua geratriz superior. A compactação do material de envolvimento do tubo pode ser feita hidraulicamente, com soquetes manuais ou sapos mecânicos, simultaneamente dos dois lados do tubo, em camadas de no máximo 20cm de espessura, obedecendo os mesmos critérios para o controle da compactação do berço.

O restante da vala poderá ser preenchido com o próprio solo da escavação, desde que seja aprovado pela Fiscalização, até que se atinja o nível original do terreno. O material de reaterro deverá ser compactado em camadas de no máximo 20cm de espessura, utilizando-se nas primeiras camadas equipamentos leves para evitar danos na tubulação, e nas demais camadas poderão ser utilizados equipamentos mais pesados. Neste caso, deverá ser controlada a compactação do restante do aterro utilizando os mesmos critérios do controle da compactação do berço.

#### - Medição

A medição será feita por metro linear de galeria em tubo flexível tipo "RIB LOC" ou similar concluída, de acordo com os detalhes estabelecidos em projeto, para cada tipo e diâmetro.

#### - Pagamento

O pagamento dos serviços será feito pelo preço unitário proposto para o metro de galeria concluída para cada tipo e diâmetro e deverão incluir todos os custos abaixo relacionados:

serviços topográficos para marcação das obras;

- abertura das cavas em qualquer tipo de solo até um limite superior de 1 metro acima da geratriz superior externa da galeria;

- regularização manual das cavas;
- limpeza e esgotamento das cavas;
- preparo do berço;
- assentamento, alinhamento e montagem das juntas dos tubos;
- escavação, carga, transporte, espalhamento, e umedecimento ou aeração do material para o reaterro;
- reaterro compactado até 1 metro acima da geratriz superior da galeria;
- compactação do material do reaterro em camadas de no máximo 20cm;
- carga, transporte, descarga e espalhamento nos locais indicados no projeto, dos materiais excedentes das cavas;
- controle tecnológico;
- verificações topográficas de declividades, cotas e alinhamentos;
- desvio de águas pluviais durante a execução das obras;
- execução de escoramentos e ensecadeiras, se necessário;
- aquisição, carga, transporte, descarga, utilização e aplicação de materiais;
- aquisição, carga, transporte, descarga, operação, manutenção e conservação dos equipamentos;
- limpeza e/ou reconstrução das cavas e galerias danificadas durante a construção até o recebimento do trecho;
- assim como os custos de mão de obra e de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.

#### 16.5 – Caixa de recepção/Caixa de passagem

##### – Execução

Foram considerados, nestas especificações, como execução de caixas de recepção e caixas de passagem, os serviços listados a seguir:



- serviços topográficos de marcação das obras;
- abertura das cavas em qualquer tipo de solo;
- preparo e lançamento do concreto para o fundo das caixas;
- execução das paredes com os materiais indicados no projeto;
- reaterros;
- execução de dispositivos de tamponamento.

As caixas deverão ser executadas conforme os detalhes apresentados no Caderno de Projeto da Companhia de Desenvolvimento Urbano de Salvador/Prefeitura Municipal de Salvador.

São utilizados para a execução destes serviços os seguintes equipamentos:

- betoneira de 250 litros;
- ferramentas para operações manuais;
- vibradores de imersão;

Após a conclusão das escavações e limpeza do fundo das cavas será executada a base de concreto nas dimensões de projeto.

Para a execução da base será utilizado concreto com as características indicadas no projeto.

As paredes poderão ser executadas com os seguintes materiais:

alvenaria de tijolos maciços, com argamassa de cimento e areia no traço 1:4 em volume;

concreto simples com as características indicadas no projeto;

concreto armado conforme especificações e detalhes indicados em projeto.

As paredes deverão ser alinhadas verticalmente, não devendo, no caso de alvenaria de tijolos, coincidir as juntas transversais dos mesmos. Após



concluída a mistura da argamassa , não será permitido durante o uso da mesma , adicionar água para melhorar a trabalhabilidade.

Os tampões das caixas serão executados com placas pré-moldadas de concreto armado conforme especificações e detalhes indicados em projeto.

#### - Medição

A medição será feita por unidade de caixa de recepção e caixa de passagem, de acordo com os detalhes estabelecidos em projeto para cada tipo de caixa.

#### - Pagamento

O pagamento será feito pelo preço unitário proposto para a unidade de cada tipo de caixa de recepção e de passagem concluída, devendo incluir todos os custos listados a seguir:

- serviços topográficos de marcação das caixas;
- abertura das cavas em qualquer tipo de solo;
- regularização manual das cavas;
- limpeza e esgotamento das cavas;
- desvio das águas pluviais durante a construção das caixas;
- preparação dos traços das argamassas e concretos;
- serviços mecanizados de mistura dos materiais;
- transporte e lançamento do concreto e argamassas;
- preparo, fixação e remoção das formas e escoras;
- aquisição, transporte, dobra, corte e armação das armaduras;
- acabamento das superfícies expostas das caixas;
- escavação, carga, transporte, espalhamento, e umedecimento ou aeração do material para o reaterro;
- reaterro compactado;

- carga, transporte, descarga e espalhamento nos locais indicados no projeto, dos materiais excedentes das cavas;
- controle tecnológico;
- aquisição, carga, transporte, descarga, utilização e aplicação de materiais;
- aquisição, carga, transporte, descarga, operação, manutenção e conservação dos equipamentos;
- limpeza e/ou reconstrução das caixas se danificadas, até o recebimento dos serviços;
- assim como os custos de mão de obra e de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.

#### 16.7 – Dispositivos de drenagem superficial em concreto moldado no local

##### – Execução

Foram considerados, nestas especificações, como execução de dispositivos de drenagem superficial em concreto moldado no local, os serviços listados a seguir:

- serviços topográficos de marcação das obras;
- abertura das cavas em qualquer tipo de solo;
- preparo e lançamento do concreto;
- adensamento do concreto;
- acabamentos.

Os dispositivos de drenagem superficial deverão ser executados conforme os detalhes apresentados no Caderno de Projeto da Companhia de Desenvolvimento Urbano de Salvador/Prefeitura Municipal de Salvador.



São utilizados para a execução destes serviços os seguintes equipamentos:

- betoneira de 250 litros;
- ferramentas para operações manuais.

Após a marcação das obras, a Construtora, munida de gabaritos de madeira de conformação geométrica representativa dos detalhes projetados, dará início à abertura das cavas.

Os dispositivos de drenagem superficial serão executados com concreto com resistência à compressão aos 28 dias de 15Mpa (C15) moldado no local.

As juntas serão espaçadas de 5 metros em 5 metros, consistindo de um sulco superficial de 3cm de profundidade e 1cm de largura, sem qualquer preenchimento.

#### - Medição

A medição será feita em metro linear de dispositivo de drenagem superficial executado nos seus diversos tipos, de acordo com os detalhes estabelecidos em projeto.

#### - Pagamento

O pagamento será feito pelo preço unitário proposto para o metro linear de dispositivo de drenagem superficial concluído nos seus diversos tipos, devendo incluir todos os custos listados a seguir:

- serviços topográficos de marcação das obras;
- escavação, carga, transporte, descarga e remoção dos solos para as cavas;



- conformação manual para aplicação do concreto;
- preparação do traço do concreto para aprovação;
- serviços mecanizados de mistura dos materiais;
- transporte e lançamento do concreto;
- adensamento do concreto;
- carga, transporte, descarga e espalhamento nos locais indicados no projeto, dos materiais excedentes das cavas;
- controle tecnológico;
- aquisição, carga, transporte, descarga, utilização e aplicação de materiais;
- aquisição, carga, transporte, descarga, operação, manutenção e conservação dos equipamentos;
- assim como os custos de mão de obra e de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.

## **17. CONTENÇÃO E PROTEÇÃO DE ENCOSTAS OU DE TALUDES**

### **17.1 – Serviços Preliminares**

#### 17.1.1 – Roçagem, limpeza e raspagem de taludes e/ou encostas, com bota-fora

##### – Execução

Antes do início de qualquer serviço, as áreas de trabalho deverão ser inteiramente limpas, isto é, desmatadas e destocadas; assim, salvo quando indicado em contrário, deverão também ser removidos, todo o entulho e todo o lixo porventura existentes na área de abrangência do Projeto.

##### - Medição

A medição dos serviços de limpeza do talude ou encosta será efetuada por metro quadrado executado, medido em planta.

##### - Pagamento

O pagamento dos serviços de limpeza do talude ou encosta será efetuado aplicando o custo unitário proposto para o metro quadrado desses serviços, executados e medidos em planta e que incluirá todos os custos listados a seguir:

- aquisição e transporte de materiais e de equipamentos, inclusive os transportes horizontal e vertical, dentro da obra, quando necessários, quaisquer que sejam as distâncias e os meios de transporte utilizados;
- transporte dos materiais resultantes da limpeza do talude até o local de bota-fora indicado pelo projeto ou acordado previamente com a Fiscalização;
- todos os custos de mão de obra, além de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.

## 17.2 – Escavação manual de taludes e/ou encostas, inclusive bota-fora

### – Execução

Toda escavação destinada à execução da obra licitada será realizada por etapas, de acordo com plano de escavação a ser fornecido pela Construtora e após aprovação pela Fiscalização.

As escavações iniciais, nas áreas destinadas à execução de cortinas ancoradas no subsolo, ou de solo grampeado, (quando necessárias), deverão ser realizadas em faixas, ao longo de curvas de nível previamente definidas em função do Projeto, sempre em nichos alternados; cada nicho corresponderá à área de influência de uma só ancoragem ou de um só grampo, exceto quando indicado em contrário, no Projeto.

Salvo quando indicado em contrário, no Projeto, a altura da escavação parcial terá o valor da ordem do espaçamento vertical entre duas ancoragens ou entre dois grampos.

As escavações destinadas a alvenarias de pedra e/ou outras estruturas de contenção do tipo dito muro de gravidade serão executadas em extensões mínimas de dois metros e máximas de cinco metros e em toda a altura do Projeto, exceto quando indicado em contrário, no Projeto.

Deverão ser evitadas sobrecargas no topo da escavação, até uma distância do bordo igual ou superior, no mínimo, à altura da escavação, durante e após a execução das escavações destinadas à execução da primeira faixa de cortina, ou do solo grampeado, e até a conclusão da obra.



Todo o material escavado para a implantação de cortina ou de outro tipo de contenção deverá ser transportado para local, ou locais, previamente aprovado(s) pela Fiscalização, exceto quando esse material for reutilizado na própria obra, devendo ser estocado em local conveniente.

O desenvolvimento da escavação processar-se-á mediante a previsão da utilização adequada, ou rejeição, dos materiais extraídos, de tal forma que somente serão aproveitados, na construção dos aterros/reaterros, os materiais que, pela identificação e caracterização efetuadas nos cortes, sejam compatíveis com as especificações de materiais para aterros/reaterros. O material excedente será removido para local adequado, de forma a não constituir ameaça à estabilidade e/ou à contaminação do local de deposição e de quaisquer obras e/ou áreas em seu contorno e/ou vizinhança e, tampouco, prejudicar o aspecto paisagístico da área.

A Construtora será a responsável exclusiva pela estabilidade de qualquer escavação realizada e/ou de danos de qualquer tipo, dela decorrente, mesmo quando aprovada pela Fiscalização, sem a imediata seqüência da contenção.

#### - Medição

A medição da escavação será efetuada por metro cúbico de material escavado, sendo o volume calculado a partir das seções topográficas iniciais e finais, ou medidas “in loco”, quando cabível e previamente acordado com a Fiscalização, desde que o volume não seja significativo.

#### - Pagamento

Os preços para pagamento dos volumes medidos deverão incluir todos os custos listados a seguir:

- aquisição e transporte de materiais e de equipamentos, inclusive os transportes horizontal e vertical, dentro da obra, quando necessários, quaisquer que sejam as distâncias e os meios de transporte utilizados;
- carga, transporte, descarga e espalhamento dos materiais resultantes das escavações, seja para reaproveitamento ou até o local de bota-fora indicado pelo projeto ou acordado previamente com a Fiscalização;
- todos os custos de mão de obra, além de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.

### 17.3 – Aterros/reaterros compactados

#### – Execução

Antes do lançamento do material para aterro/reaterro, o terreno subjacente será preparado, com superfície plana, devendo encontrar-se totalmente limpo, desprovido de vegetação, restos de demolições e de materiais de construção.

Não se admite o lançamento de materiais para aterros/reaterros sobre superfícies com inclinação superior a 5%. Terrenos com inclinação elevada deverão ser escalonados, com a criação de patamares horizontais ou com declividade máxima de 5 % em direção à face interna da escavação. Esses patamares serão limitados por taludes com inclinação máxima de 60° e altura máxima de um metro, exceto quando indicado em contrário, no Projeto.

Os aterros/reaterros compactados deverão ser executados com material selecionado, previamente aprovado pela Fiscalização; não poderão ser utilizados solos com matéria orgânica, ou turfa, ou argilas com WL (limite de liquidez) superior a 50 %, ou solos cuja expansão seja superior a 2 %, quando medida no ensaio de determinação do ISC.



Os aterros/reaterros deverão ser executados com equipamentos mecânicos de controle manual, do tipo placa vibratória ou sapos mecânicos.

O solo solto deverá ser disposto em camadas com espessura final máxima de 20 cm.

Exceto quando o Projeto especificar em contrário, o grau de compactação dos solos nos aterros/reaterros deve alcançar o valor mínimo correspondente a 95 % do valor da massa específica aparente seca máxima obtida em ensaio com a energia correspondente à do ensaio dito Proctor Normal, quando o solo for compactado com umidade igual à umidade ótima, tolerando-se uma variação de 3%.

Visando à determinação dos valores de umidade ótima e de densidade máxima do solo a utilizar no aterro/reaterro, deverão ser efetuados, previamente, ensaios de compactação dos materiais de aterro/reaterro, em número mínimo de três (3) ensaios, complementados pelos ensaios de caracterização das amostras através de análises granulométricas por peneiramento e determinações dos limites de liquidez e de plasticidade; em ocorrendo materiais diferentes, deverão ser realizados três (3) ensaios para cada tipo de material.

A qualidade do aterro/reaterro deverá ser controlada por ensaios “in situ”, utilizando o processo do garrafão com areia ou da cravação do cilindro bizelado, para determinação da massa específica aparente do solo seco e recorrendo à queima do solo, ou ao método do “speedy”, ambos aferidos com ensaios prévios em estufa, para a determinação da umidade do aterro/reaterro compactado, para cada camada e à razão de um mínimo de um ensaio por camada, ou para cada 30 m<sup>2</sup>, ou um ensaio por dia (o que ocorrer primeiro).

O lançamento do aterro/reaterro deve ser sistemático, conforme uma programação pré-estabelecida, de modo a permitir a imediata compactação de



solo, evitando, assim, acúmulo de solo e visando a minimizar transtornos quando da ocorrência de períodos chuvosos.

A execução dos aterros/reaterros atrás de cortinas ancoradas somente poderá ser iniciada depois de transcorrido o período de cura do concreto e depois que os tirantes estiverem incorporados à cortina, através dos dispositivos destinados a assegurar sua axialidade (cunhas, arruelas etc.).

O material de aterro/reaterro deverá ser lançado no intervalo entre os tirantes, não podendo, em hipótese alguma, ser lançado diretamente sobre os mesmos. Quando o aterro/reaterro atingir o nível dos tirantes, deverá ser feita uma proteção adicional dos mesmos, através de tubos plásticos, com diâmetro de 100 mm, injetados com calda de cimento.

#### - Medição

Os aterros/reaterros serão medidos no local, por metro cúbico de solo compactado, ou a partir de seções topográficas do terreno previamente preparado de acordo com estas especificações e de seções topográficas da condição final do aterro/reaterro.

#### - Pagamento

O pagamento dos aterros/reaterros será efetuado por metro cúbico de material compactado.

Os preços para pagamento dos volumes medidos deverão incluir todos os custos listados a seguir:

- controle tecnológico;



- aquisição e transporte de materiais e de equipamentos, inclusive os transportes horizontal e vertical, dentro da obra, quando necessários, quaisquer que sejam as distâncias e os meios de transporte utilizados;
- todos os custos de mão de obra, além de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.

#### 17.4 - Bota-fora

##### - Execução

Todo material escavado e não reaproveitado para aterro/reaterro será retirado, transportado, (manualmente quando necessário), e lançado em área de bota-fora previamente aprovado pela Fiscalização.

##### - Medição

Os volumes de bota-fora serão medidos no local, por metro cúbico de solo escavado, a partir de seções topográficas do terreno original e de seções topográficas da condição final do terreno após escavação, deduzidos os volumes de solo reaproveitado.

Aos volumes, assim obtidos, serão acrescidos 25 % do total medido topograficamente, para compensar a variação de densidade “empolamento”, independente da natureza do material escavado.

##### - Pagamento

O preço proposto e correspondente a um metro cúbico de bota-fora deverá incluir todos os custos listados abaixo:



- aquisição e transporte de materiais e de equipamentos, inclusive os transportes horizontal e vertical, dentro da obra, quando necessários, quaisquer que sejam as distâncias e os meios de transporte utilizados;
- carga, transporte, descarga e espalhamento dos materiais resultantes das escavações, seja para reaproveitamento ou até o local de bota-fora indicado pelo projeto ou acordado previamente com a Fiscalização;
- todos os custos de mão de obra, além de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.

Serão de responsabilidade exclusiva da Construtora os ônus decorrentes de qualquer descarga realizada em local inadequado.

#### 17.5 - Escavação manual para regularização de taludes, inclusive bota-fora

##### - Execução

Entende-se por escavação para regularização do talude, aquela feita de forma a deixá-lo na declividade e na conformação prevista no Projeto.

A execução da regularização do talude será sempre feita a partir da crista talude final de corte correspondente, manualmente e/ou com auxílio de equipamentos mecânicos adequados, deixando a superfície final com ou sem sulcos, plana ou não, de acordo com os desenhos do Projeto.

##### - Medição

A escavação manual para regularização de taludes será medida por metro cúbico de solo removido, com ou sem vegetação e/ou detritos de qualquer natureza, a partir das seções de Projeto, cujo perfil do terreno inicial, natural ou



não, e geometria final da face do talude serão confirmados mediante acompanhamento topográfico.

#### - Pagamento

O pagamento será efetuado pelo preço unitário proposto para o metro cúbico de escavação manual para regularização de taludes, que incluirá todos os custos de:

- aquisição, transporte e do fornecimento de todos os materiais necessários à execução desse serviço;
- equipamentos necessários à execução das escavações em solo de qualquer tipo e compacidade ou consistência, inclusive com pedras, matacões, blocos de rocha e detritos de qualquer natureza;
- carga, transporte, descarga e bota-fora de todos os materiais escavados, em local previamente aprovado pela Fiscalização;
- transportes horizontal e vertical, dentro da obra, quando necessários, quaisquer que sejam as distâncias e os meios de transporte utilizados;
- serviços topográficos necessários à elaboração de seções topográficas e outros dados destinados à verificação e/ou à confirmação dos desenhos de projeto, em especial de seções topográficas, quaisquer que sejam seu espaçamento e extensão;
- mão de obra, além de todos os encargos incidentes sobre tais serviços, materiais, equipamentos e mão de obra, inclusive transporte.

### 17.6 - Execução de ancoragens

#### 17.6.1 - Perfurações

##### - Execução



As perfurações para a execução das ancoragens, em solo, deverão ser efetuadas com equipamento apropriado, com diâmetro de 100mm ou de acordo com o Projeto.

As perfurações contínuas em rocha sã ou alterada deverão ser executadas com diâmetro de 75mm.

A locação, os comprimentos e as inclinações dos furos deverão atender as indicações do Projeto.

Os furos deverão ser limpos ao final da perfuração mediante a lavagem com água limpa, isenta de óleo, matéria orgânica e outras substâncias nocivas.

Deverão ser obedecidas as prescrições constantes do item 5.4 da NBR 5629.

#### - Medição

A medição dos serviços de perfuração será efetuada por metro linear de material efetivamente perfurado em cada diâmetro, separando: perfurações em solo, em rocha sã e em rocha alterada.

A medição dos serviços de perfuração será efetuada por metro linear, tomando-se como referência o comprimento do revestimento utilizado na perfuração.

#### - Pagamento

O pagamento dos serviços de perfuração em solo com  $\varnothing$  100mm será efetuado a partir de seu preço unitário proposto, independente da compacidade e/ou da consistência dos solos perfurados, inclusive pedras, matacões e blocos de rocha que venham a ser encontrados.



O pagamento dos serviços de perfuração em rocha sã ou alterada com  $\varnothing$  75mm será efetuado a partir dos preços unitários propostos para cada tipo de rocha.

Os preços unitários deverão incluir todos os custos listados abaixo:

- aquisição e transporte de todos os materiais e equipamentos, inclusive os transportes horizontal e vertical, dentro da obra, quando necessários, quaisquer que sejam as distâncias e os meios de transporte utilizados;
- aquisição, utilização e transporte de coroas de qualquer tipo;
- aquisição, montagem, desmontagem e transporte de andaimes que porventura venham a ser necessários para circulação dos operários e/ou apoio dos equipamentos;
- todos os custos de mão de obra, além de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.

## 17.7 - Execução de ancoragens

### 8.1.6.1 - Perfurações

#### - Execução

As perfurações para a execução das ancoragens, em solo, deverão ser efetuadas com equipamento apropriado, com diâmetro de 100mm ou de acordo com o Projeto.

As perfurações contínuas em rocha sã ou alterada deverão ser executadas com diâmetro de 75mm.



A locação, os comprimentos e as inclinações dos furos deverão atender as indicações do Projeto.

Os furos deverão ser limpos ao final da perfuração mediante a lavagem com água limpa, isenta de óleo, matéria orgânica e outras substâncias nocivas.

Deverão ser obedecidas as prescrições constantes do item 5.4 da NBR 5629.

#### - Medição

A medição dos serviços de perfuração será efetuada por metro linear de material efetivamente perfurado em cada diâmetro, separando: perfurações em solo, em rocha sã e em rocha alterada.

A medição dos serviços de perfuração será efetuada por metro linear, tomando-se como referência o comprimento do revestimento utilizado na perfuração.

#### - Pagamento

O pagamento dos serviços de perfuração em solo com  $\varnothing$  100mm será efetuado a partir de seu preço unitário proposto, independente da compacidade e/ou da consistência dos solos perfurados, inclusive pedras, matacões e blocos de rocha que venham a ser encontrados.

O pagamento dos serviços de perfuração em rocha sã ou alterada com  $\varnothing$  75mm será efetuado a partir dos preços unitários propostos para cada tipo de rocha.

Os preços unitários deverão incluir todos os custos listados abaixo:

- aquisição e transporte de todos os materiais e equipamentos, inclusive os transportes horizontal e vertical, dentro da obra, quando necessários, quaisquer que sejam as distâncias e os meios de transporte utilizados;
- aquisição, utilização e transporte de coroas de qualquer tipo;
- aquisição, montagem, desmontagem e transporte de andaimes que porventura venham a ser necessários para circulação dos operários e/ou apoio dos equipamentos;
- todos os custos de mão de obra, além de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.

#### 17.8 - Revestimento do Talude com concreto projetado

##### - Execução

O concreto deverá ter as características, classe e fator água/cimento, indicadas no projeto. A resistência característica à compressão, não poderá ser inferior a 20Mpa. Os agregados serão areia grossa ou média e pedrisco ou brita 0 e o cimento poderá ser CP I , CP II , CP III , CP IV ou CP V ,desde que atenda às normas pertinentes, da ABNT. Poderão ser usados aditivos ou microsilica, conforme a necessidade da obra e/ou especificação do projeto. Antes de ser aplicado, o concreto deverá ser confeccionado com traço experimental para análise e aprovação por parte da Fiscalização.

Deverão ser seguidas as recomendações da NBR 14026, Concreto Projetado – Especificações e as demais Normas da ABNT pertinentes.

O compressor a ser utilizado para fornecer ar comprimido para o lançamento do concreto deverá apresentar pressão característica mínima de 0,7Mpa.

O concreto projetado deverá ter a espessura controlada por meio de marcos de referência instalados a cada 4m<sup>2</sup>.



Antes da aplicação de outra camada de concreto projetado deverá ser verificada a limpeza e a remoção de qualquer contaminação da camada anterior, empregando-se jato d'água com bico de projeção.

Logo após a projeção e o acabamento da camada, deverá ser iniciado o processo de cura do concreto projetado através de umedecimento ou aplicação de produtos que atendam a este fim, desde que aprovados pela Fiscalização.

#### - Medição

A medição do revestimento com concreto projetado será efetuada por metro cúbico de talude revestido, calculando-se como volume o produto obtido pela multiplicação da área de talude efetivamente revestida, pela espessura do revestimento indicada no projeto.

Não serão medidos os volumes de concreto perdidos durante a projeção, devendo estes custos, estarem inclusos no preço unitário proposto.

#### - Pagamento

O pagamento dos serviços executados será efetuado pelo preço unitário proposto para o metro cúbico de revestimento com concreto projetado e deve incluir os custos relacionados abaixo:

- aquisição, transporte e fornecimento de todos os materiais e equipamentos necessários à execução do revestimento;
- aquisição, montagem, desmontagem e transporte de andaimes que porventura venham a ser necessários para circulação dos operários e/ou apoio dos equipamentos;
- fornecimento de água e energia;

- preparo do traço a ser utilizado;
- preparo e aplicação do concreto, incluindo as perdas de material durante a projeção;
- além dos transportes horizontal e vertical, dentro da obra, quando necessários, quaisquer que sejam as distâncias e os meios de transporte utilizados;
- assim como da mão de obra, e todos os encargos incidentes sobre os custos dos materiais, equipamentos e mão de obra, inclusive transporte.

#### 17.9 – Proteção superficial de taludes

17.9.1 - Fornecimento e plantio de grama esmeralda em placas/Grama batatais em mudas/Hidro-semeadura/Fornecimento e instalação de manta biodegradável (tela vegetal)

##### - Execução

O revestimento vegetal de taludes e/ou de encostas será executado em placas, ou mediante o plantio de mudas, ou por hidro-semeadura, ou através de tela vegetal, sempre de acordo com as especificações elaboradas por Engenheiro Agrônomo e de acordo com o Projeto.

##### - Medição

O revestimento vegetal de taludes e/ou de encostas será medido na obra, por metro quadrado de talude e/ou de encosta na qual foi executado esse serviço, após a pega total das gramíneas e/ou de outra(s) espécie(s) vegetal(ais) e o recobrimento integral da área medida.

##### - Pagamento





O pagamento dos serviços de revestimento vegetal do talude e/ou da encosta será efetuado pelo preço unitário proposto para os mesmos, que incluirá todos os custos de:

- aquisição, fornecimento, aplicação e transporte, qualquer que seja a distância, de todos os materiais e dos equipamentos necessários à execução desses serviços, inclusive mudas, hidrossemeadura ou tela vegetal;
- inclusive irrigação, fertilização e complementação, até a pega total e o recobrimento integral da área medida;
- além dos transportes horizontal e vertical, dentro da obra, quaisquer que sejam as distâncias e os meios de transporte utilizados,
- assim como de mão de obra e os custos de todos os encargos incidentes sobre os custos dos serviços, materiais, mão de obra e equipamentos, inclusive transporte.

#### 17.10 – Concreto projetado

##### – Execução

Considerou-se neste item a execução dos serviços de dosagem, preparo, controle e aplicação de concreto projetado.

O concreto deverá ter às características, classe e fator água/cimento indicadas no projeto. A resistência característica à compressão, não poderá ser inferior a 20 Mpa. Os agregados serão areia grossa ou média e pedrisco ou brita 0 e o cimento poderá ser CP I , CP II , CP III , CP IV ou CP V, desde que atenda às normas pertinentes da ABNT. Poderão ser usados aditivos ou microsilica, conforme a necessidade da obra e/ou especificação do projeto. Antes de ser aplicado, o concreto deverá ser confeccionado com traço experimental para aprovação por parte da Fiscalização.



Deverão ser seguidas as recomendações da NBR 14026, Concreto Projetado – Especificações e as demais Normas da ABNT pertinentes.

O compressor utilizado para fornecer ar comprimido para conduzir o concreto deverá ter pressão característica superior a 0,7 Mpa.

Antes da aplicação de outra camada de concreto projetado deverá ser verificada a limpeza e a remoção de qualquer contaminação da camada anterior, empregando-se jato d'água com bico de projeção.

Logo após a projeção e o acabamento da camada, deverá ser iniciada a cura do concreto projetado efetuada através de umedecimento ou aplicação de produtos que atendam a este fim, desde que aprovados pela Fiscalização.

#### - Medição

A medição do concreto projetado será efetuada por metro cúbico, para cada classe especificada no projeto e para cada tipo de serviço listado da planilha de orçamento, calculando-se o volume a partir das dimensões das peças indicadas no projeto e devidamente conferidas e aprovadas pela Fiscalização.

Não serão medidos os volumes de concreto perdidos durante a projeção, devendo estes custos, estarem inclusos no preço unitário proposto.

#### - Pagamento

O pagamento dos serviços executados será efetuado pelo preço unitário proposto para o metro cúbico de concreto projetado e deve incluir os custos relacionados abaixo:

- aquisição, carga, transporte e fornecimento de todos os materiais e equipamentos necessários à execução do revestimento;

- aquisição, montagem, desmontagem, carga e transporte de andaimes que porventura venham a ser necessários para circulação dos operários e/ou apoio dos equipamentos;
- fornecimento de água e energia;
- preparo do traço a ser utilizado;
- preparo e aplicação do concreto , incluindo as perdas de material durante a projeção ;
- além dos transportes horizontal e vertical, dentro da obra, quando necessários, quaisquer que sejam as distâncias e os meios de transporte utilizados;
- assim como da mão de obra, e todos os encargos incidentes sobre os custos dos materiais, equipamentos e mão de obra, inclusive transporte.

## ANEXO I – LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO

- TRECHO 4





## **ANEXO II – PREVISÃO DE RESIDÊNCIAS A SEREM DESAPROPRIADAS**

- TRECHO 4





PREVISÃO DE 12 RESIDÊNCIAS A SEREM DESAPROPRIADAS

### **ANEXO III – VOLUME DO CORTE**

#### - TRECHO 4

VOLUME DE CORTE DO TRECHO 4				
SEÇÃO	DISTANCIA (M)	AREA (M2)	AREA MEDIA (M2)	VOLUME (M3)
PAINEL 1				
0	10	0	1,6	16
10	10	3,2	7,2	72
20	10	11,2	14,35	143,5
30	10	17,5	17,85	178,5
40	10	18,2	23,7	237
50	10	29,2	22,3	223
60	10	15,4	13,95	139,5
70	10	12,5	12,5	125
80	10	12,5	18,75	187,5
90	10	25	12,5	125
100	10	0		
PAINEL 2				
0	10	0	1,6	16
10	10	3	7,5	75
20	10	10,8	13,8	138
30	10	15,2	17,5	175
40	10	17,2	25	250
50	10	25,8	22	220
60	10	14,2	14,6	146
70	10	14,2	12,9	129
80	10	11,3	16,2	162
90	10	18	11	110
100	10	0		
VOLUME TOTAL (M3)				2868



## **ANEXO IV – RELATÓRIO DE SONDAGEM**





## **ANEXO V – PLANTAS TOPOGRÁFICAS**



## **ANEXO VI – PROJETO EXECUTIVO**



## **VII – PLANILHA ORÇAMENTÁRIA**



## **ANEXO IV – MEMÓRIA DE CÁLCULO DA DRENAGEM**

### PROJETO DE DRENAGEM

#### - Situação Atual

Os taludes situados na área de estudo não possuem sistemas de drenagem de águas pluviais. Escorregamentos foram registrados em alguns trechos da encosta em consequência da infiltração das águas pluviais e servidas.

A drenagem das águas percoladas nos taludes projetam-se na direção do Ria Reginaldo, situado na baixada. Existem vários pontos de contribuição de águas servidas proveniente de lavagem de roupas e esgotos de pias lançadas no talude pelas residências aí situadas.

A rede de água da atende toda a comunidade.

#### - Solução Proposta

Não existe um sistema de drenagem pluvial na área e nem nas ruas a montante do talude. Desta forma, torna-se difícil a captação das águas percoladas pelo talude. Visando a redução de custos, é indicada a construção de duas canaletas, sendo uma de topo e outra de base do talude e sua captação através de um sistema de drenagem a ser executado e condução das águas por tubulação de concreto para a baixada existente.

Para as águas servidas a condução das águas será efetuada através de tubulação de PVC até o sistema de esgotamento.

- MEMÓRIA DE CÁLCULO DO SISTEMA DE DRENAGEM



#### - Introdução

O sistema de drenagem aqui dimensionado terá como finalidade a coleta e escoamento de águas pluviais, que percolam naturalmente pelo talude de rocha da pedreira.

Para o estabelecimento do sentido de escoamento, foi considerada a topografia natural da área, sempre em vista a tentativa de concentração das águas percoladas para pontos comuns para otimizar o escoamento.

#### - Chuvas Intensivas

O estudo das chuvas intensas objetiva a obtenção de uma equação que relacione a intensidade da precipitação com o tempo de duração da chuva para diversos períodos de retorno. Esta equação só pode ser obtida através da análise estatística de uma longa série de observação pluviométricas locais.

A partir dos estudos efetuados pelo Engº Otto Pfafstetter e contidos na publicação “Chuvas Intensas no Brasil”, técnicos baianos estabeleceram uma equação para a cidade do Salvador, adotada inclusive pelos órgãos municipais, sendo também adotada neste trabalho, cuja expressão é a seguinte:

$$I = 2960,16 \text{ Tr}^{0,163} \\ (td + 24)^{0,743}$$

Onde:

I = intensidade de chuva em l/s.ha;

Tr = tempo de retorno em anos;

td = tempo de duração da chuva em minutos;



### Vazão de Projeto ( Q )

Para as bacias com área inferior a 1,0 Km<sup>2</sup> recomenda-se a utilização do método Racional para estimativa das descargas de projeto. Desta forma a Vazão de Projeto é expressa em função da intensidade de chuva, área da bacia de contribuição e coeficiente de escoamento:

$$Q = C \cdot I \cdot A$$

Onde :

Q = vazão que deflui sobre a superfície do solo;

C = coeficiente de escoamento superficial;

I = intensidade média de chuva;

A = área da bacia receptora da chuva.

### - Tempo de duração da chuva ( td )

O tempo de concentração compreende um tempo inicial de entrada, definido como o tempo requerido pelo escoamento superficial para fluir sobre a superfície, até atingir a seção considerada, e um tempo de percurso até o ponto em estudo. Tomando-se com base os critérios adotados nos mais recentes projetos de drenagem elaborados, considerou-se 5 minutos como o tempo de entrada. Para a determinação do tempo de duração da chuva, considerou-se que a precipitação que daria o maior pico de escoamento, seria aquela em que o tempo de duração da precipitação se igualaria ao tempo de concentração, ou seja, o tempo em minutos que levaria uma gota d'água teórica para ir do ponto mais afastado da bacia receptora até o ponto de concentração. Dessa forma  $t_d = t_c$ , onde,  $t_c$  é tempo de concentração.



Para a determinação do tempo de concentração utilizou-se a seguinte fórmula

$$t_c = 0,39 (L^2/S)^{0,385} + t_e$$

Onde :

$t_c$  = tempo de concentração, em horas;

$t_e$  = tempo de entrada. Tempo em que um gota d'água teórica levaria para se deslocar do ponto mais remoto da bacia até o canal de drenagem. Para a situação mais crítica em zonas urbanas considerou-se o tempo de entrada como sendo de 5 minutos.

$L$  = comprimento do canal de drenagem, em km;

$S$  = declividade do canal de drenagem, em %.

- Tempo de retorno da precipitação (  $T_r$  )

Em coerência com os critérios que vem adotando para o dimensionamento de redes de microdrenagem, em Maceio considerou-se um tempo de retorno de 25 anos como sendo o período de retorno da chuva de intensidade máxima.

- Coeficiente de escoamento superficial (  $C$  )

Este parâmetro é o menos susceptível de determinações mais precisas, desde quando engloba alguns efeitos de difícil avaliação. O coeficiente de escoamento utilizado no cálculo da vazão de projeto foi escolhido levando em consideração o tipo de solo da bacia receptora, o tipo de cobertura existente, e o tipo de ocupação. As literaturas recomendam valores de  $C$  para regiões com determinadas características. Para a região em estudo, considerou-se o valor de  $C$  como 0,95. Este valor foi escolhido por ser a área da bacia de contribuição com ocupação densa.





#### - Dimensionamento das Obras

Os diâmetros das canaletas foram calculados pela fórmula de Manning, para canaletas funcionando a meia seção. Para o dimensionamento da canaleta coletora localizada na base da contenção para a encosta, utilizou-se a fórmula de canais de seções circulares trabalhando a meia seção.

$$Q = (S^{0,5} \cdot R^{0,67} \cdot A) / n$$

Considerando 50 % de lâmina de água, temos para o cálculo do diâmetro:

$$D = ((6,45 \cdot n \cdot Q) / S^{0,5})^{1/2,67}$$

onde:

Q = vazão de projeto;

S = inclinação da canaleta;

n = coeficiente de rugosidade. Para canaletas de concreto, adotou-se n = 0,013.

#### Vias

A capacidade de escoamento das vias foi verificada através da equação de Lizard, apresentada a seguir:

$$Q = 0,375 (Z/n) \cdot i^{0,5} \cdot y^{2,667}$$

Onde:



$Q$  = vazão em  $m^3/s$ ;

$Z$  = inverso da declividade transversal em  $m/m$ ;

$n$  = coeficiente de rugosidade, considerado igual a 0,016, de acordo com material de revestimento das vias;

$i$  = declividade longitudinal em  $m/m$ ;

$y$  = altura da lâmina d'água na sarjeta em m. este valor está diretamente ligado à largura máxima molhada admitida na via.

TABELA RESUMO DE CÁLCULO PARA OS TRECHOS ANALISADOS

Trecho	L (Km)	S (%)	$T_c=t_d$	Área ( $m^2$ )	$Q$ ( $m^3/s$ )	$Q$ acum ( $m^3/s$ )	D calc (m)	D adot (cm)
1	0,130	10,00	7,004	7000	0,27	0,27	0,22	30