



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS

DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO

## ANEXO IV – J

### DIRETRIZES DE PROJETO E EXECUÇÃO DE TERRAPLENAGEM

#### 1. OBJETIVO

A presente diretriz de serviço tem por objetivo definir e especificar os serviços constantes do projeto de terraplenagem, bem como definir a sistemática empregada na execução de aterros como parte integrante do projeto de movimentação de terras da Escola Breno Garcia. Para tanto, são apresentados os requisitos concernentes a projeto, material, equipamento, execução, preservação ambiental, controle dos materiais empregados.

#### 2. PROJETO

O projeto de terraplenagem compreenderá os seguintes itens:

- a) definição da seção transversal tipo de corte e aterro;
- b) definição da seção transversal com empréstimo lateral;
- c) cálculo das notas de serviço;
- d) cálculo dos volumes de terraplenagem;
- e) planilha de “origem-destino”;
- f) esquema linear com a localização dos empréstimos laterais e dos empréstimos concentrados;
- g) empréstimos concentrados;
- h) quantitativos.

##### 2.1. Seção transversal

Deverá apresentar a largura da plataforma de terraplenagem e os taludes de corte e de aterro.

##### 2.2. Seção transversal com empréstimo lateral

Deverá ser apresentada a seção transversal tipo.

##### 2.3. Cálculo dos volumes de terraplenagem

Av. Borges de Medeiros nº 1501 3º andar – Ala Sul  
Bairro Praia de Belas – Porto Alegre / RS





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS

DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO

Deverá ser apresentada a planilha dos volumes de corte e aterro. Serão calculados com a precisão do m<sup>3</sup>.

#### 2.4. Cálculo das distancias médias de transporte

As distâncias médias de transporte (DMT) serão calculadas a partir do local da obra até o destino e vice-versa.

#### 2.5. Planilha "origem-destino"

Nesta planilha constará o destino dos volumes de todos os cortes e empréstimos, classificados em categoria, com as respectivas distâncias médias de Transporte.

### 3. EXECUÇÃO

#### 3.1. Equipamentos para execução

A execução dos diferentes aterros do projeto deverá prever a utilização racional de equipamento apropriado, atendidas as condições locais e a produtividade exigida. Na construção dos diferentes aterros serão empregados tratores de lamina, escavo-transportadores, caminhões basculantes, moroniveladoras, rolos lisos, compactadores de pneus, pés-de-carneiro, estáticos ou vibratórios, além de equipamentos portáteis de compactação (sapos) a ar comprimido ou motor a gasolina, para a compactação nos locais de difícil acesso, junto às obras de concreto ou às primeiras camadas sobre fundação rochosa irregular, além de outros equipamentos complementares e necessários, tais como carros-pipa, escarificadores, arados grados de ponta, grades de disco, etc. A CONTRATADA deverá apresentar a relação dos equipamentos, a serem utilizados nestes serviços, definindo-os qualitativa e quantitativamente, de acordo com o seu plano de trabalho incluso na proposta.

#### 3.2. Preparo do terreno da fundação

A operação será precedida da execução dos serviços de desmatamento, destocamento e limpeza. Preliminarmente a execução dos aterros, deverão estar concluídas as obras necessárias à drenagem da bacia hidrográfica interceptada por eles. Em princípio, todas as etapas necessárias ao preparo das fundações deverão ocorrer nas áreas com infiltrações de qualquer ordem, perfeitamente sob controle da CONTRATADA e a critério da FISCALIZAÇÃO. Imediatamente antes da colocação da primeira camada de solo, o terreno de fundação deverá ser escarificado até a profundidade de 10 a 15 cm, corrigido em sua umidade, gradeado e compactado até atingir um grau de compactação igual ou superior a 100% em relação ao Proctor Normal.

Caberá à FISCALIZAÇÃO, no preparo das Fundações:

Av. Borges de Medeiros nº 1501 3º andar – Ala Sul  
Bairro Praia de Belas – Porto Alegre / RS





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS

DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO

- Definir a cota de arrasamento da fundação ao longo de sua extensão em função da capacidade de carga dos níveis atingidos no decorrer das operações necessárias ao preparo das fundações;
- Autorizar os trabalhos e definir o método de ataque às escavações em rocha, devendo-se observar rigorosamente os itens relativos ao uso de explosivos nas escavações de rochas anteriormente especificadas;
- Controlar as operações de esgotamento de água nas áreas de emergência difusa, bem como nos pontos de emergência localizada;
- Controlar as operações de escavação, transporte e compactação dos materiais removidos; em princípio os materiais seriam compactados grosseiramente, nas áreas por ela determinadas como bota-fora ou depósitos, quando for o caso de futura utilização;
- Medir e classificar o material oriundo das operações necessárias ao preparo das fundações.

### 3.3. Classificação dos Aterros

Está prevista a execução de três tipos de aterros em material terroso, a saber:

#### a) Aterro Compactado Mecanicamente

Entende-se por aterro compactado o que haja sido constituído colocando o material que a forma em camadas sensivelmente horizontais, de espessuras uniforme, fixada pela FISCALIZAÇÃO em cada caso, compactada com equipamentos adequados até uma densidade não inferior a 100% da densidade seca máxima, obtida no ensaio Proctor Normal.

#### b) Aterro Compactado Manualmente

Os aterros compactados manualmente, via de regra, nas proximidades de quaisquer corpos rígidos existentes ou instalados dentro do maciço, exigirão compactação por meio de soquetes mecânicos tipo "sapo", de tamanho conveniente e de preferência a ar comprimido, de modo a garantir uma densidade seca máxima do ensaio Proctor Normal.

#### c) Aterro Lançado

Compreendem-se por aterros lançados aqueles executados em camadas horizontais, da ordem de 50 cm, em que não será exigida compactação adicional àquela obtida pelo tráfego dos equipamentos de transporte e espalhamento.

### 3.4. Condições específicas

Av. Borges de Medeiros nº 1501 3º andar – Ala Sul  
Bairro Praia de Belas – Porto Alegre / RS





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS

DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO

### 3.4.1 Materiais

Os materiais terrosos a serem empregados na execução das ensecadeiras e serão obtidos das escavações das jazidas, conforme indicado nos desenhos de projeto. Os solos a serem utilizados nos aterros deverão estar isentos de troncos, galhos, raízes etc., em geral de toda a matéria orgânica ou qualquer outro elemento. A substituição dos materiais inicialmente previstos para os aterros por outros de qualidade nunca inferior, que seja por necessidade de serviço ou interesse da CONTRATADA, somente poderá ser processada após prévia análise técnico-econômica e autorização da FISCALIZAÇÃO.

### 3.4.2 Lançamento e Espalhamento

Imediatamente antes do lançamento de cada camada, a superfície da camada será aprovada pela FISCALIZAÇÃO. Qualquer camada que tenha ficado exposta depois de sua compactação será reexaminada pela FISCALIZAÇÃO, que recomendará o tratamento necessário. Todas as superfícies lisas do aterro serão devidamente escarificadas antes do lançamento da camada seguintes, sendo a escarificação a critério da FISCALIZAÇÃO.

O suprimento de água será feito por qualquer dos seguintes métodos, conforme o caso:

- 1) Irrigação prévia do banco de empréstimo e uso adicional de caminhão-tanque no aterro para conseguir a umidade necessária.
- 2) Uso exclusivo, no aterro, de caminhões-tanque. No caso de se utilizar rolo pneumático, cada camada será obrigatoriamente escarificada antes do lançamento da camada seguintes, sem ônus para o Contratante.

A escarificação após compactação com rolo pé-de-carneiro pode ser dispensada.

Serão adotadas, em princípio, espessuras de lançamentos de 30 cm para compactação, incluindo a camada escarificada. Para a primeira camada sobre a fundação tais espessuras serão medidas a partir do fundo das depressões existentes.

Quando a umidade do material espalhado for maior que a umidade fixada para compactação, incluindo a camada escarificada. Para a primeira camada sobre fundação tais espessuras serão medidas a partir do fundo das depressões existentes.

Quando a umidade do material espalhado for maior que a umidade fixada para compactação, o solo será aerado por meio de gradeamento ou método equivalente até conseguir a umidade especificada.

Av. Borges de Medeiros nº 1501 3º andar – Ala Sul  
Bairro Praia de Belas – Porto Alegre / RS





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS

DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO

Em se tratando de aterros em encostas naturais, com inclinação superior a 30%, tais encostas deverão ser suavizadas dentro dos "off-sets" previstos, até se atingirem inclinações dessa ordem (~3:1 – H:V) de modo a evitar o aparecimento de trincas motivadas por recalques diferenciais.

### 3.4.3 Compactação

A compactação do aterro será feita com rolos pés-de-carneiro ou com rolos pneumáticos, de preferência os primeiros. Os rolos pés-de-carneiro serão suficientemente pesados para, mesmo com os tambores vazios, exercerem no solo pressão compatível, devendo ser adotados de limpadores que exerçam função nos dois sentidos, impedindo que os solos fiquem aderentes ao tambor.

A compactação das primeiras camadas sobre a fundação poderá ser feita, com vantagens, pelo pneumático, evitando-se em parte a compactação manual. O lançamento dessas camadas será feito de modo a regularizar as depressões existentes na fundação até estabelecer-se uma superfície uniforme, com inclinação máxima de 8%.

Os rolos pneumáticos deverão ter peso total da ordem de 50 toneladas, quando carregados com areia saturada, e usar pneus com pressão ajustável de 50 a 90 psi. As rodas serão em número de quatro ou cinco, com suspensão independente, para melhor se adaptarem às irregularidades do terreno, especialmente na fundação.

Se forem usados rolos pé-de-carneiro, é de se desejar que cada pé seja pelo menos tão comprido quanto a espessura da camada depois de compactada.

Quando for previsto a exposição prolongada de uma camada após sua compactação, esta deverá ser recoberta por outra camada de material solto e regada a critério da FISCALIZAÇÃO, a fim de protegê-la contra o secamento excessivo.

As camadas que não receberem esse tratamento serão, a critério da FISCALIZAÇÃO, resolvidas, regadas e remisturadas para nova compactação.

Os rolos compactadores passarão sempre em direção paralela aos eixos dos aterros, completando um número de passadas igual, sobre toda a faixa lançada.

A compactação, nas proximidades de corpos rígidos existentes no maciço e nas zonas de difícil acesso junto às ombreiras, será procedida manualmente com auxílio de soquetes mecânicos tipo "sapo".

### 3.4.4 Controle Tecnológico

Av. Borges de Medeiros nº 1501 3º andar – Ala Sul  
Bairro Praia de Belas – Porto Alegre / RS





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS

DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO

Os trabalhos de compactação serão orientados de forma a garantir os maciços compactados “coesos”, essencialmente uniformes e isotrópicos, isentos de descontinuidade e de laminações, e possuidores de características de compressibilidade e permeabilidade no máximo iguais às indicadas pelos ensaios de laboratório que serviram de base para o Projeto. A garantia da obtenção de tal resultado será objeto de ensaios, perfurações, amostragens e observações diversas, diretas ou indiretas, de campo e de laboratório, por parte da FISCALIZAÇÃO. Como indicação em primeira aproximação sobre a qualidade deste produto, a FISCALIZAÇÃO empregará os ensaios de controle do “grau de compactação” e do “desvio da umidade de compactação em relação à ótima”.

Em função desses ensaios serão fixadas, em princípio, as especificações práticas para o início dos trabalhos de compactação, nos itens que seguem.

Será determinada uma curva de compactação de campo e outra de laboratório. A comparação dos valores encontrados permitirá efetuar as correções necessárias nas operações de compactação.

#### 3.4.5 Controle do Lançamento e Espalhamento

Imediatamente antes do lançamento de cada camada, a superfície anterior deverá ter sido aprovada pela FISCALIZAÇÃO. A espessura de espalhamento poderá ser alterada pela FISCALIZAÇÃO, de acordo com as observações que a mesma fizer sobre a qualidade do solo compactado e, particularmente, em primeiro grau de aproximação, com os resultados dos ensaios de comprovação “in situ” executados durante a construção do aterro.

#### 3.4.6 Controle de Umidade

Antes e durante a compactação, o material do corpo da barragem e do “cut-off” deverá apresentar um teor de umidade apropriado para compactação. O material deve ser compactado a um teor de umidade de menos 1% (um por cento) até mais 4% (quatro por cento) do teor de umidade ótimo, como determinado pelas Normas da ABNT (MB-33), ou a Deseignation E-5 (“Rapid Compaction Control”) do “United States Bureau of Reclamation”. A faixa de variação das umidades de compactação poderá ser reexaminada pela FISCALIZAÇÃO, em face dos resultados colhidos durante a execução de aterro e modificada quando se comprovar necessidade ou viabilidade.

Materiais com umidades diferentes poderão ser misturados durante a carga, de modo a se obterem umidades médias convenientes para a compactação.

#### 3.4.7 Controle da Compactação

Av. Borges de Medeiros nº 1501 3º andar – Ala Sul  
Bairro Praia de Belas – Porto Alegre / RS





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS

DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO

O material do corpo da barragem e do “cut-off” será compactado de maneira que a massa específica aparente seca resultante seja, no mínimo, 95% da massa específica aparente seca máxima do Proctor Normal, de acordo com o ensaio MB-33 ou a Designation E-25 (“Rapid Compaction Control”) do “United States Bureau of Reclamation”.

Um processo sistemático será estabelecido no aterro e seguido para compactação. Cada camada será compactada com um mínimo de 8 passadas para o rolo pé-de-carneiro ou 6 para o pneumático.

O número de passadas será alterado pela FISCALIZAÇÃO conforme os resultados dos ensaios de comprovação “in situ” executados durante a construção do aterro.

Em qualquer caso, a CONTRATADA, sem ônus para o Contratante, adotará em cada camada tantas passadas adicionais quantas necessárias até a obtenção do grau de compactação mínimo exigido.

#### 3.4.8 Controle de Comprovação

Serão feitos ensaios de comprovação (grau de compactação e desvio da umidade em relação à ótima) para cada 2.000 m<sup>3</sup> de material colocado ou, a critério da FISCALIZAÇÃO, conforme o desenvolvimento dos trabalhos.

Nas primeiras camadas serão efetuadas observações especiais, podendo-se variar o número de passadas de tal forma a se obter o grau de compactação especificada ou fixado pela FISCALIZAÇÃO.

Serão feitos ensaios de caracterização completa, para cada 10.000 m<sup>3</sup> de aterro colocado, ou a critério da FISCALIZAÇÃO.

Além desses, serão feitos ensaios de controle do “grau de compactação” e do “desvio de umidade de compactação em relação à ótima, nas seguintes áreas:

- junções entre zonas compactadas por “sapo” e por rolo, junto às ombreiras, muros, condutos e quaisquer elementos rígidos construídos no interior dos maciços compactados;
- áreas onde os rolos fazem manobras durante as operações de compactação;
- áreas em que uma camada muito espessa tenha sido compactada;
- áreas em que exista um teor de umidade impróprio no material;
- áreas em que se suspeite que o número de passadas do rolo tenha sido menor que o especificado;

Av. Borges de Medeiros nº 1501 3º andar – Ala Sul  
Bairro Praia de Belas – Porto Alegre / RS





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS

DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO

- áreas em cuja compactação tenham sido utilizados rolos com pés sujos;
- áreas que foram compactadas por rolos que tenham perdido parte de seu lastro;
- áreas que tenham materiais que difiram substancialmente do solo utilizado para o aterro;

Os ensaios feitos nessas áreas serão identificados corretamente. Quando as operações de compactação estiverem concentradas numa pequena área, isto é, se muitas camadas do material estiverem sendo colocadas umas sobre as outras no mesmo dia, serão feitas, nas mesmas, ensaios “in situ” de controle do grau de compactação, e dos desvios de umidade em relação à ótima, para cada camada compactada.

Semanalmente, serão traçadas curvas de distribuição de frequência acumulada dos graus de compactação obtidos e, quando a média for inferior a 98%, proceder-se-á à revisão dos métodos de compactação e das tolerâncias de umidade. O mesmo, se obtido um desvio padrão maior que 3%.

Será exigida a recompactação, a expensas da CONTRATADA, de toda camada cujo grau de compactação, determinado por ensaio de densidade “in situ”, seja inferior a 95%.

No caso de não se obter o grau de compactação desejado após as passadas adicionais, a CONTRATADA deverá, às suas expensas, escarificar a camada, corrigir sua umidade e recompactá-la até atingir o grau de compactação mínimo exigido nestas especificações.

#### 3.4.9 Manejo ambiental

As providências a serem tomadas visando a preservação do meio ambiente referem-se à execução dos dispositivos de drenagem e proteção vegetal dos taludes, para evitar erosões e conseqüente carreamento de material.

#### 4. Considerações finais

Deverão ser atendidas todas as normas relativas aos serviços executados, tendo com rol exemplificativo as seguintes:

NBR 11682 – Estabilidade de encostas;

NBR 5681 - Controle tecnológico da execução de aterros em obras de edificações;

NBR 9061 - Segurança de escavação a céu aberto.

Av. Borges de Medeiros nº 1501 3º andar – Ala Sul  
Bairro Praia de Belas – Porto Alegre / RS





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS

DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO



Av. Borges de Medeiros nº 1501 3º andar – Ala Sul  
Bairro Praia de Belas – Porto Alegre / RS



**Nome do documento:** 15 ANEXO IV-J Diretrizes de Terraplenagem-R01.pdf

<b>Documento assinado por</b>	<b>Órgão/Grupo/Matrícula</b>	<b>Data</b>
Camila Dias de Souza	SOP / SPESCOLARES / 486004701	02/12/2024 11:01:39

