

 VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÃO DE INFRAESTRUTURA		
TÍTULO: ATERRO	Nº 80-ES-028A-20-8003	FOLHA 1 / 10	REV. 0

1. OBJETIVO

A presente especificação define os requisitos básicos necessários à execução de Aterro, a ser implantado na infraestrutura de vias férreas. São também aqui apresentados os requisitos concernentes a materiais, controle da qualidade, manejo ambiental, critérios de medição e forma de pagamento dos serviços executados.

2. FINALIDADE DO ATERRO

O aterro é executado com material proveniente de corte ou empréstimo, tendo como finalidade a conformação planimétrica do *off-set*, de forma a garantir a execução do corpo estradal em acordo com o estabelecido no projeto.

3 . DISPOSIÇÕES NORMATIVAS

Os serviços a serem desenvolvidos no âmbito da presente especificação devem ser realizados em observância ao conhecimento e à melhor técnica disponíveis e em conformidade com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes DENIT, aplicáveis, e, na falta destas, normas de uso corrente e/ou tradicionais, além de critérios julgados cabíveis pela VALEC, os quais prevalecem sobre os demais.

4. PREMISSAS

4.1 Definições

- a) Aterro - segmento da plataforma, dentro dos limites da seção de projeto (off-sets) que definem o corpo estradal, cuja implantação requer depósito de material proveniente de corte e/ou de empréstimo.
- b) Corpo de Aterro – parte do aterro situado entre o terreno natural e a camada final.
- c) Camada final – parte do aterro constituído de material selecionado, situado entre o greide da terraplenagem e o corpo do aterro.
- d) Bota-fora – local selecionado para depósito do material excedente resultante de escavação.

4.2 Operações necessárias

As operações de aterro compreendem:

- a) descarga, espalhamento, umedecimento ou aeração, homogeneização e compactação do material oriundo de corte ou empréstimo, para a construção do corpo do aterro, até a cota indicada no projeto de terraplenagem;
- b) descarga, espalhamento, umedecimento ou aeração, homogeneização e compactação do material selecionado, oriundo de corte ou empréstimo, para execução da camada final do aterro até a cota correspondente ao greide de terraplenagem;

VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÃO DE INFRAESTRUTURA		
TÍTULO: ATERRO	Nº 80-ES-028A-20-8003	FOLHA 2 / 10	REV. 0

- c) descarga, espalhamento, umedecimento ou aeração, homogeneização e compactação do material oriundo de corte ou empréstimo, destinado a substituir, eventualmente, o material de qualidade inferior, previamente retirado, a fim de melhorar a fundação do aterro;
- d) compactação das saias de aterro, que deve ser executada sobre toda a superfície do talude, devendo ser precedida de operação de recomposição de erosões, lançamento e espalhamento de material complementar.

5. MATERIAL

- a) O material para o aterro deve ser devidamente selecionado e proveniente de escavação de corte ou de área de empréstimo. Deve atender à disponibilidade, qualidade e destinação prévia indicada no projeto.
- b) O solo utilizado para aterro deve ser isento de matéria orgânica, micácea e diatomácea.
- c) Turfa e argila orgânica não devem ser empregadas.
- d) Solo utilizado:
 - I - na execução do corpo do aterro, não será permitido o uso de solo que tenham $ISC \leq 2\%$ e expansão maior do que 4%.
 - II - a camada final, os últimos 60 cm do aterro devem ser constituídos de solos selecionados na fase de projeto, dentre os melhores disponíveis, sendo constituída de solo selecionado, com $ISC \geq 8$ e expansão $< 2\%$.
 - III - A utilização de outro material, seja por necessidade de serviço ou interesse da contratada, somente pode ser efetuada após prévia autorização da fiscalização e, nunca, de qualidade inferior ao previsto no projeto.

6. EQUIPAMENTO

6.1 Corpo de Aterro e Camada Final

- a) A execução do aterro deve prever a utilização racional de equipamento apropriado, atendidas as condições locais e a produtividade exigida.
- b) Na construção do aterro, podem ser empregados trator de lâmina, escavo - transportador, moto-escavo-transportador, caminhão basculante, motoniveladora, grade e rolo liso, de pneus, pé-de-carneiro, estático e vibratório.

6.2 Saia de Aterro

O equipamento a ser empregado deve ser do tipo pé-de-carneiro estático. Não é permitido o uso de compactador manual ou de rolo liso vibratório.

 VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÃO DE INFRAESTRUTURA		
TÍTULO: ATERRO	Nº 80-ES-028A-20-8003	FOLHA 3 / 10	REV. 0

7. EXECUÇÃO

7.1 Aterro com Material de Primeira e Segunda Categoria

7.1.1 Corpo de Aterro

- a) A operação deve ser precedida da execução dos serviços de desmatamento, destocamento e limpeza do terreno.
- b) A execução do aterro subordina-se aos elementos técnicos fornecidos à contratada e constante das notas de serviço, elaboradas em conformidade com o projeto.
- c) Antes da execução do aterro, devem estar concluídas as obras de arte necessárias à drenagem da bacia hidrográfica interceptada pelo mesmo. A execução do aterro somente poderá preceder as obras de arte quando autorizada pela fiscalização.
- d) No caso de aterro assente sobre encosta com inclinação transversal acentuada, de acordo com o projeto a encosta natural deve ser escarificada com o auxílio de trator de lâmina, produzindo ranhuras que devem acompanhar as curvas de nível. Se a natureza do solo condicionar a adoção de medidas especiais para a estabilização do aterro no terreno natural, pode ser determinada pela fiscalização a execução de degraus ao longo da área a ser aterrada.
- e) Especial cuidado deve ser dado às fundações de aterro com lençol freático ao nível do terreno natural. Devem ser construídos drenos para carrear a água para fora da área de implantação do aterro. No aterro assente sobre encosta, deve ser executada, além dos degraus, a construção de drenos onde se preveja que, após a construção do aterro, o nível do lençol freático venha a ser alterado.
- f) O lançamento do material para a construção de aterro deve ser feito em camadas sucessivas, em toda a largura da seção transversal do mesmo e em extensões tais que permitam seu umedecimento e compactação de acordo com o previsto nesta especificação. Para o corpo do aterro, a espessura de cada camada compactada não deve ultrapassar de 30 cm. Para os 60 cm finais do aterro as camadas de solo compactado não devem ter espessura superior a 20 cm.
- g) Todas as camadas devem ser compactadas segundo a metodologia descrita a seguir:
 - I - para o corpo do aterro, na umidade ótima, em torno de 3%, até ser obtido o grau de compactação correspondente a 95% da massa específica aparente seca do ensaio de proctor normal, segundo norma DNER-ME 092/94.
 - II - para as camadas finais, isto é, os 60 cm finais, o grau de compactação deve corresponder a 100% da massa específica aparente máxima e seca do referido ensaio.
 - III - os segmentos que não atingirem as condições mínimas de compactação, devem ser escarificados, homogeneizados, levados à umidade ótima e novamente compactados, de acordo com a massa específica aparente seca exigida.

VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÃO DE INFRAESTRUTURA		
TÍTULO: ATERRO	Nº 80-ES-028A-20-8003	FOLHA 4 / 10	REV. 0

- h) A inclinação dos taludes do aterro, tendo em vista a natureza do solo e as condições locais, deve ser fornecida pelo projeto.
- i) Para a construção de aterro assente sobre terreno de fundação de baixa capacidade de carga, o projeto deve prever a solução a ser seguida. No caso de consolidação por adensamento da camada mole, é exigido o controle por medição de recalque e, quando prevista, a observação da variação das pressões neutras.
- j) Em regiões onde houver ocorrência predominante de areia, admite-se a execução de aterros com o emprego da mesma, desde que conveniente e a critério da fiscalização. Devem ser atendidos requisitos visando ao dimensionamento da espessura das camadas, regularização das mesmas, execução de leivas de contenção sobre material terroso e compactação das camadas de material terroso subseqüentes ao aterro em areia. A compactação das camadas de areia pode ser feita por meio de rolo liso ou trator de esteira.
- l) A fim de proteger os taludes contra os efeitos da erosão, deve ser procedida a sua drenagem e obras de proteção, mediante revestimento vegetal, revestimento com solos lateríticos e/ou execução de patamares, com o objetivo de diminuir o efeito erosivo da água, tudo em conformidade com o estabelecido no projeto.
- m) Havendo a possibilidade de solapamento da saia do aterro em época chuvosa, deve ser providenciada a construção de enrocamento no pé do mesmo. O detalhamento dessa obra deve ser apresentado em projeto.
- n) Na execução de banquetas laterais ou meio-fios conjugados com sarjetas revestidas, desde que previstas no projeto, as saídas de água, serão convenientemente espaçadas e ancoradas na banquetas e na saia do aterro. O detalhamento dessas obras será apresentado no projeto.
- o) Sempre que possível, nos locais de travessia de cursos d'água ou passagem superior, a construção do aterro deve preceder a da obra de arte projetada. Em caso contrário, as camadas do corpo do aterro devem ser executadas simultaneamente dos dois lados da obra, para evitar movimentos ou tensões indevidas.
- p) O aterro de acesso próximo dos encontros de ponte, o enchimento de cava de fundação e de trincheira de bueiro, bem como todas as áreas de difícil acesso ao equipamento usual de compactação, serão compactadas mediante o uso de equipamento adequado. A execução deve ser em camadas, nas mesmas condições de massa específica aparente seca descrita para o corpo do aterro, ou conforme determinado pelo projeto.
- q) Durante a construção, a superfície do aterro deve ser mantida com boa conformação e permanente drenagem superficial.
- r) No caso de aterro cujo material seja proveniente de corte e apresente valor de expansão maior que 2% e ISC menor que 8%, os últimos 60 cm devem ser executados com material com valor de expansão menor que 2% e ISC maior que 8%.
- s) Para aterro executado em rocha, o espalhamento em camadas por trator de esteira é suficiente como adensamento (compactação).

VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÃO DE INFRAESTRUTURA		
TÍTULO: ATERRO	Nº 80-ES-028A-20-8003	FOLHA 5 / 10	REV. 0

t) A pesquisa de materiais selecionados deve ficar a cargo da contratada, devendo os resultados das sondagens, ensaios e utilização dos materiais serem submetidos à aprovação da fiscalização.

u) A utilização de material de 3ª categoria deve estar subordinada a resultados de ensaios de durabilidade de rocha.

7.1.2 Saia de Aterro

As saias de aterro devem ser mecanicamente compactadas, com a finalidade de aumentar a densidade do solo, objetivando sua maior estabilidade, quando saturado.

a) A compactação da saia do aterro deve ser executada sobre toda a superfície do talude do aterro.

b) Antes da compactação da saia devem ser feitas as seguintes operações:

I - recuperação de erosões porventura existentes;

II - lançamento e espalhamento de material complementar, quando for o caso, numa espessura de até 10 cm (compactado);

c) A compactação do material deve ser feita pelo sistema vaivém *ioiô*, sendo o rolo compactador tracionado por *dragline* ou similar que permita a mesma operação. O serviço deve ser executado de baixo para cima, com velocidade controlada e umedecimento prévio.

d) Na ligação da plataforma final com a saia do aterro, a compactação é executada fazendo o rolo subir até a plataforma, arredondando a borda com o esforço compactador.

7.2 Aterro com Material de 3ª Categoria

7.2.1 Corpo de Aterro

a) O material a ser utilizado deve ser proveniente de escavações a fogo controlado, de forma a se obter material fragmentado (blocos de rocha) com diâmetro máximo de 80 cm.

b) Todo o material de 3ª categoria previsto para a execução do corpo do aterro deve ser colocado dentro dos alinhamentos e inclinações indicados no projeto. Os limites das zonas sobre a superfície do aterro devem ser delineados por meio de grandes estacas pintadas.

c) A tolerância das superfícies acabadas do aterro é de até 50 cm para mais, em relação aos limites indicados no projeto. Não são toleradas faltas.

d) Tanto quanto possível, a execução do aterro deve acompanhar o ritmo das escavações obrigatórias em rocha, procurando-se evitar a formação de estoques.

e) Todos os fragmentos rochosos devem ser descarregados e espalhados em camadas horizontais que não excedam 90 cm de espessura. A camada final deve ter 30 cm de espessura e ser executada em rachão, da mesma forma que o sublastro nos cortes em rocha.

 VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÃO DE INFRAESTRUTURA		
TÍTULO: ATERRO	Nº 80-ES-028A-20-8003	FOLHA 6 / 10	REV. 0

- f) As leiras nas bordas da camada em execução devem ser espalhadas e regularizadas com trator de esteira.
- g) Devem ser, sempre, aplicadas técnicas construtivas tais que garantam que os fragmentos rochosos maiores sejam uniformemente distribuídos, com os fragmentos menores preenchendo os vazios existentes entre os mais volumosos.
- h) A compactação do aterro é feita pelo próprio trânsito dos equipamentos de transporte e descarga, orientando os mesmos de maneira que cubram toda a camada anteriormente lançada e, posteriormente, por 4 ou mais passadas de trator de esteira.

7.2.2 Saia do Aterro

Na saia do aterro, os blocos pouco estáveis devem ser arrumados por meio de alavancas.

8. CONTROLE

8.1 Controle Tecnológico em Aterro de Material de Primeira e Segunda Categoria

8.1.1 Corpo do Aterro

Deverão ser adotados os seguintes procedimentos:

- a) 1 (um) ensaio de compactação, segundo o método de ensaio indicado na norma NBR 7182, da ABNT, para cada 1.000m³ de material do corpo do aterro;
- b) 1 (um) ensaio de compactação, segundo o método de ensaio indicado na norma NBR 7182, da ABNT, para cada 200m³ de material de camada final do aterro;
- c) 1 (um) ensaio de granulometria como indicado na norma NBR 7181, 1 (um) de limite de liquidez conforme NBR 6459 e 1 (um) de limite de plasticidade, conforme NBR 7180, da ABNT, para todo um grupo de dez amostras submetidas ao ensaio de compactação citado em 8.1.1 a, acima.
- d) 1 (um) ensaio de granulometria como prescrito na norma NBR 7181, 1 (um) do limite de liquidez, conforme NBR 6459 e 1 (um) de limite de plasticidade conforme NBR 7180, da ABNT, para camadas finais do aterro, para todo um grupo de quatro amostras submetidas ao ensaio de compactação citado em 8.1.1 b, acima.
- e) 1 (um) ensaio de Índice de Suporte Califórnia, para a camada final, com a energia como prescrito na norma NBR 9895, da ABNT, para cada grupo de quatro amostras submetidas ao ensaio de compactação citado em 8.1.1 b, acima.

8.1.2 Saia do Aterro

O controle da compactação é apenas visual, não eximindo a responsabilidade da contratada quanto à estabilidade do talude, que deve ser refeito às suas expensas em caso de erosão. Para tanto, a contratada deve providenciar todas as obras de drenagem e proteção simultaneamente à construção do aterro.

 ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.		ESPECIFICAÇÃO DE INFRAESTRUTURA		
TÍTULO: ATERRO		Nº 80-ES-028A-20-8003	FOLHA 7 / 10	REV. 0

8.2 Controle de Qualidade em Aterro de Material de 3ª Categoria

O controle de qualidade é feito pela fiscalização por meio do acompanhamento permanente, com inspeção visual das operações de carregamento, lançamento, espalhamento e compactação dos materiais.

8.3 Controle da Execução

8.3.1 Ensaio de massa específica aparente seca *in situ*, em locais escolhidos aleatoriamente, por camada, distribuídos regularmente ao longo do segmento, pelos métodos de ensaios prescritos pela norma NBR 7185 e MB 238. Para pista de extensão limitada, com volume de, no máximo, 1.200m³ no corpo do aterro, ou 800m³ para as camadas finais, deverão ser feitas, pelo menos, 5 determinações para o cálculo do grau de compactação (GC).

8.3.2 O número de ensaios de massa específica aparente *in situ*, para o controle da execução, será definido em função de riscos de rejeição de um serviço de boa qualidade a ser assumido pela contratada, conforme a tabela a seguir:

TABELA DE AMOSTRAGEM VARIÁVEL															
n	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	21
k	1,55	1,41	1,36	1,31	1,25	1,21	1,19	1,16	1,13	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01
α	0,45	0,35	0,30	0,25	0,19	0,15	0,13	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
n = nº de amostras				k = coeficiente multiplicador						α = risco do executante					

8.3.3 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 "in situ", obtida no campo. Neste caso, deverão ser obedecidos os limites seguintes:

- Corpo do aterro GC ≥ 95%;
- Camadas finais GC ≥ 100%

8.4 Verificação Final da Qualidade

8.4.1 Controle Geométrico

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

- variação máxima na altura, de ± 0,04m, para o eixo e bordos e
- variação máxima na largura, de + 0,30m, para a plataforma, não sendo admitida variação negativa.

b) O controle deverá ser efetuado por nivelamento de eixo e bordos.

VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÃO DE INFRAESTRUTURA		
TÍTULO: <p style="text-align: center;">ATERRO</p>	N° <p style="text-align: center;">80-ES-028A-20-8003</p>	FOLHA 8 / 10	REV. 0

9. ACEITAÇÃO

9.1 A expansão, determinada no ensaio de ISC, deverá sempre apresentar os seguintes resultados:

- corpo do aterro: $ISC \geq 2\%$ e expansão $\leq 4\%$;
- camadas finais: $ISC \geq 8\%$ e expansão $\leq 2\%$.

9.2 Serão controlados o valor mínimo para o ISC e para o grau de compactação (GC), com valores de k obtidos na Tabela de Amostragem Variável do item 7.3.2, acima, adotando-se o seguinte procedimento, tanto para um quanto para outro parâmetro:

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo admitido}$, rejeita-se o serviço;
 $\bar{X} - ks \geq \text{valor mínimo admitido}$, aceita-se o serviço.

Para a expansão, têm-se:

$\bar{X} + ks > \text{valor máximo admitido}$, rejeita-se o serviço;
 $\bar{X} + ks \leq \text{valor máximo admitido}$, aceita-se o serviço.

Sendo:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Onde:

X_i - valores individuais;

\bar{X} - média da amostra;

s - desvio padrão da amostra;

k - coeficiente tabelado em função do número de determinações;

n - número de determinações.

9.3 Os resultados do controle estatístico da execução serão registrados em relatórios periódicos de acompanhamento.

9.4 Os serviços rejeitados deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos, a critério da fiscalização.

 VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÃO DE INFRAESTRUTURA		
TÍTULO: ATERRO	Nº 80-ES-028A-20-8003	FOLHA 9 / 10	REV. 0

10. MANEJO AMBIENTAL

a) Durante a execução da obra, devem ser preservadas as condições ambientais, com a exigência, entre outros, dos seguintes procedimentos:

I – a supressão vegetal deve ser executada de acordo com a especificação VALEC nº 80-ES-028A-20-8007, respeitando os limites da área a ser afetada.

II - todo o material excedente de escavação ou sobras, devem ser removidos das proximidades da obra, devendo ser transportado para local pré-definido em conjunto com a fiscalização, sendo vedado seu lançamento na faixa de domínio, nas áreas limdeiras, no leito de rios e em quaisquer outros locais onde possam causar prejuízos ambientais;

III - o transporte do material excedente ou sobra deve ser feito de maneira que não seja conduzido para cursos d'água, de modo a não causar assoreamento e/ou entupimento nos sistemas de drenagem naturais ou implantados em função das obras;

IV - não é permitida a queima da vegetação removida;

V - o tráfego de máquinas e funcionários deve ser disciplinado de forma a evitar a abertura indiscriminada de caminhos e acessos, pois acarretaria desmatamento desnecessário;

VI - a área afetada pelas operações de construção deve ser recuperada mediante a limpeza do canteiro de obras, devendo ainda ser efetuada sua recomposição ambiental;

VII - durante o desenvolvimento da obra deve ser evitado o tráfego desnecessário de veículos e equipamentos por terrenos naturais de modo a evitar a sua desfiguração.

b) Além destas, devem ser observadas, no que couber, as disposições das Normas Ambientais da VALEC (NAVAS)

11. CRITÉRIO DE MEDIÇÃO

11.1 Corpo de Aterro

O espalhamento, homogeneização e compactação são medidos considerando-se o volume de aterro, determinado de acordo com a seção transversal do projeto, em m³ e obedecidas as tolerâncias especificadas.

11.2 Saia de Aterro

A compactação da saia de aterro é medida em m², correspondendo à área do projeto no talude acabado, não havendo medição para compactação de camadas intermediárias.

VALEC ENGENHARIA, CONSTRUÇÕES E FERROVIAS S.A.	ESPECIFICAÇÃO DE INFRAESTRUTURA		
TÍTULO: ATERRO	Nº 80-ES-028A-20-8003	FOLHA 10 / 10	REV. 0

12. FORMA DE PAGAMENTO

12.1 Corpo de Aterro

A execução do corpo do aterro é paga ao preço unitário contratual, que remunera as operações de espalhamento, aeração ou umedecimento, homogeneização, compactação e acabamento,

utilização de equipamento, mão de obra com encargos e demais serviços necessários, como medido em 11.1, acima.

12.2 Saia de Aterro

A compactação da saia de aterro é paga ao preço unitário contratual, estando nele incluídas todas as operações de execução, limpeza e retirada do excesso de material, recuperação de erosões, lançamento e espalhamento de material complementar, aeração ou umedecimento, compactação e acabamento, utilização de equipamento, mão de obra com encargos e demais serviços necessários, de acordo com a medição referida no item 11.2, acima.

REVOGADA