



**Departamento de Estradas
de Rodagem do Estado do
Paraná - DER/PR**

Avenida Iguaçu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
Fax (41) 3304 8130
www.pr.gov.br/derpr

DER/PR ES-T 06/05

TERRAPLENAGEM: ATERROS

Especificações de Serviços Rodoviários

Aprovada pelo Conselho Diretor em 09/05/2005

Deliberação n.º 086/2005

Esta especificação substitui a DER/PR ES-T 06/91

Autor: DER/PR (DG/AP)

Palavra-chave: aterro

10 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática empregada na execução de aterro como parte integrante da plataforma da rodovia. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução, preservação ambiental, controle de qualidade, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/05.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece a sistemática empregada na execução, no controle de qualidade e nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base as Especificações de Serviço DER/PR ES-T 06/91 e DNER-ES 282/97.

1 OBJETIVO

Fixar a sistemática adotada para a execução de aterros em obras rodoviárias sob a jurisdição do DER/PR.

2 REFERÊNCIAS

DNER-ME 049/94 - Solos – determinação do índice de suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas
DNER-ME 080/94 - Solos – análise granulométrica por peneiramento
DNER-ME 082/94 - Solos – determinação do limite de plasticidade
DNER-ME 092/94 - Solos – determinação da massa específica aparente do solo “in situ”, com o emprego do frasco de areia
DNER-ME 122/94 - Solos – determinação do limite de liquidez – método de referência e método expedito
DNER-ME 129/94 - Solos – compactação utilizando amostras não trabalhadas
Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR
Manual de Execução de Serviços Rodoviários do DER/PR
Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR
Manual de Implantação Básica do DNER

3 DEFINIÇÕES

3.1 Aterros: segmentos de rodovia cuja implantação requer depósito de materiais, provenientes de cortes e/ou de empréstimos, no interior dos limites das seções de projeto (off-sets) que definem o corpo estradal, ou a substituição de materiais inadequados, previamente removidos do subleito dos cortes ou dos terrenos de fundação dos próprios aterros.

3.2 Corpo de aterro: parte do aterro situado entre o terreno natural até 0,60 m abaixo da cota correspondente ao greide da terraplenagem.

3.3 Camada final: parte do aterro constituído de material selecionado, situado entre o greide da terraplenagem e o corpo do aterro.

3.4 Bota-fora: local selecionado para depósito do material excedente resultante da escavação dos cortes.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Não é permitida a execução dos serviços objeto desta especificação:

- a) sem a prévia execução dos serviços de desmatamento, destocamento e limpeza;
- b) sem a conclusão das obras de arte correntes, necessárias à drenagem da bacia hidrográfica interceptada pelo aterro;
- c) sem a marcação prévia dos “off-sets”, indicados nos elementos técnicos fornecidos à executante e constantes das “notas de serviço” elaboradas em conformidade com o projeto;
- d) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- e) sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- f) em dias de chuva.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Material

- a) Os solos devem ser preferencialmente utilizados atendendo à qualidade e à destinação prévia, indicadas no projeto.
- b) Os solos para os aterros devem ser provenientes de empréstimos ou de cortes a serem escavados, devidamente selecionados.
- c) Os solos para os aterros devem ser isentos de matérias orgânicas, micáceas, e diatomáceas. Turfas e argilas orgânicas não devem ser empregadas.
- d) Na execução do corpo dos aterros não é permitido o uso de solos de baixa capacidade de suporte ($ISC < 2\%$ - DNER-ME 049/94) e expansão maior do que 4% (DNER-ME 049/94).
- e) A camada final dos aterros deve ser constituída de solo selecionado na fase de projeto, dentre os melhores disponíveis, os quais são objeto de especificações complementares indicadas no projeto. Não é permitido o uso de solos com expansão maior do que 2%.
- f) Em regiões onde houver ocorrência de materiais rochosos, e na falta de materiais de 1ª ou 2ª categoria, admite-se, desde que haja indicação no projeto, do seu emprego, atendidas as condições descritas em 5.3.

5.2 Equipamento

5.2.1 Todo o equipamento, antes do início da execução do serviço, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o seu início.

5.2.2 A execução dos aterros deve prever a utilização racional de equipamentos apropriados, atendidas as condições locais e a produtividade exigida. Podem ser empregados os seguintes equipamentos:

- a) motoniveladora;
- b) trator agrícola;
- c) grade de discos;
- d) caminhão irrigador;
- e) rolos compactadores auto propelidos (lisos, de pneus ou pés de carneiro).

5.3 Execução

5.3.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.3.2 A execução dos aterros subordina-se a elementos técnicos fornecidos à executante e constantes das notas de serviço, elaboradas em conformidade com o projeto.

5.3.3 O início das operações é precedido da execução dos serviços de desmatamento, destocamento e limpeza.

5.3.4 No caso de aterros assentes sobre encostas, com inclinação transversal acentuada e de acordo com o projeto, as encostas naturais devem ser escarificadas com um trator de lâmina, produzindo ranhuras, acompanhando as curvas de nível. Se a natureza do solo condicionar a adoção de medidas especiais para a solidarização do aterro ao terreno natural, exige-se a execução de degraus ao longo da área a ser aterrada.

5.3.5 No caso de alargamento de aterros, a execução é obrigatoriamente procedida de baixo para cima, acompanhada de degraus nos taludes existentes. Desde que justificado em projeto, a execução pode ser realizada por meio de arrasamento parcial do aterro existente, até que o material escavado preencha a nova seção transversal, complementando-se com material importado toda a largura da referida seção transversal.

5.3.6 Em regiões onde houver ocorrência predominante de areia, admite-se a execução parcial de aterros com o emprego da mesma, desde que previsto em projeto. Exige-se a proteção através de camadas subsequentes de material terroso devidamente compactadas.

5.3.7 Para as regiões de solos arenosos finos, é admitida a utilização nos aterros de areia lixiviada ("areião"), atendidas as recomendações constantes do Manual de Execução do DER/PR.

5.3.8 Para os casos em que o aterro projetado deva ser executado sobre área alagada, deve ser providenciada a drenagem da mesma, previamente à aplicação do material da primeira camada do aterro. Não havendo a possibilidade de escoamento ou remoção da água existente, a porção inferior do aterro é executada com material permeável (areia, pedregulho ou fragmentos de rocha).

5.3.9 Nos locais de travessias de cursos d'água ou passagens superiores, a construção dos aterros deve preceder à construção das obras de arte especiais projetadas. Em caso contrário, todas as medidas de precaução devem ser tomadas, a fim de que o método empregado para a construção dos aterros de acesso não provoque movimentos ou tensões indevidas nas obras de arte.

5.3.10 Em regiões onde houver ocorrência predominante de materiais rochosos, admite-se a execução de aterros com o emprego dos mesmos, desde que previsto em projeto. O material rochoso deve ser depositado em camadas cujas espessuras não ultrapassem 0,75 m. Os últimos 2,00 m de aterro devem ser executados em camadas de no máximo 0,30 m de espessura. A conformação das camadas é executada mecanicamente, devendo o material ser espalhado com equipamento apropriado e devidamente compactado por meio de rolos vibratórios. Deve ser obtido um conjunto livre de grandes vazios e engaiolamentos e o diâmetro máximo dos blocos de pedra é limitado pela espessura da camada. O tamanho admitido para a maior dimensão da pedra é de 2/3 da espessura da camada.

5.3.11 O lançamento de material terroso para a construção dos aterros deve ser feito em camadas sucessivas, em toda a largura da seção transversal e em extensões tais que permitam seu umedecimento e compactação de acordo com o previsto nesta especificação de serviço. Para o corpo dos aterros a espessura da camada compactada não deve ultrapassar 0,30 m. Para as camadas finais essa espessura não deve ultrapassar 0,20 m.

5.3.12 As condições de compactação exigidas para os aterros são discriminadas na sequência.

a) Camada final:

- a.1) para efeito de compactação, a camada final é dividida em três camadas individuais de 20 cm cada;
- a.2) o grau de compactação mínimo, em cada uma das camadas de 20 cm, obtido através do ensaio DNER-ME 092/94, é de 100% em relação à massa específica aparente máxima seca obtida em laboratório pelo ensaio DNER-ME 129/94, considerando a energia normal ou a energia intermediária. De qualquer forma, deve ser adotada a maior energia passível de aceitação pelo material empregado, perante as condições dos equipamentos utilizados;
- a.3) teor de umidade situado na faixa de $\pm 3\%$ para as duas primeiras camadas, e $\pm 2\%$ para a camada superficial, em relação à umidade ótima do ensaio DNER-ME 129/94. De qualquer forma, deve ser assegurado que o valor obtido para o ISC seja igual ou superior ao previsto no projeto.

b) Corpo de aterro:

- b.1) grau de compactação mínimo de 95% em relação à massa específica aparente máxima seca do ensaio DNER-ME 129/94 (energia normal), cuja espessura máxima por camada compactada deve ser igual a 30 cm;
- b.2) teor de umidade situado na faixa de $\pm 3\%$ em relação à umidade ótima do ensaio DNER-ME 129/94.

5.3.13 As camadas que não atingirem as condições exigidas para a compactação devem ser escarificadas, homogeneizadas, levadas às condições desejadas de umidade e novamente compactadas, até que seja atingida a massa específica aparente seca exigida.

5.3.14 A inclinação dos taludes de aterro, tendo em vista a natureza dos solos e as condições locais, é fornecida pelo projeto.

5.3.15 A fim de proteger os taludes contra os efeitos da erosão, proceder conveniente drenagem e obras de proteção, mediante o plantio de gramíneas, estabilização betuminosa e/ou a execução de patamares, com o objetivo de diminuir o efeito erosivo da água, em conformidade com o estabelecido no projeto.

5.3.16 Havendo a possibilidade de solapamento da saia do aterro em épocas chuvosas, providenciar a construção de enrocamento no pé do aterro. Na execução de banquetas laterais ou meios-fios conjugados com sarjetas revestidas, desde que previstas no projeto, as saídas de água são convenientemente espaçadas e ancoradas na banquetta e na saia do aterro. O detalhamento destas obras é apresentado no projeto.

5.3.17 Nos aterros de acesso próximos aos encontros de pontes, o enchimento de cavas de fundações e das trincheiras de bueiros, bem como todas as áreas de difícil acesso ao equipamento usual de compactação, são compactados mediante o uso de equipamento adequado, como soquetes manuais, sapos mecânicos, etc. A execução é em camadas nas mesmas condições de massa específica aparente seca e umidade prevista para o corpo dos aterros.

5.3.18 Durante a construção, os serviços executados devem ser mantidos com boa conformação e permanente drenagem superficial, para evitar a ação erosiva das águas.

5.3.19 A executante é responsável pela manutenção das condições de tráfego na obra, tanto na plataforma executada como nos caminhos de serviço, independentemente das condições climáticas e sem ônus para o DER/PR.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 As providências a serem tomadas visando a preservação do meio ambiente referem-se à execução dos dispositivos de drenagem e à proteção vegetal dos taludes, previstos no projeto, para evitar erosões e conseqüente carreamento de material.

6.2 Os bota-foras, em alargamento de aterros, devem ser compactados com a mesma energia utilizada nos aterros.

6.3 Além destes procedimentos, devem ser atendidas, no que couber, as recomendações do Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos materiais e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta especificação.

7.2 As quantidades de ensaios para controle interno de execução referem-se às quantidades mínimas aceitáveis podendo, a critério do DER/PR ou da executante, ser ampliadas para garantia da qualidade da obra.

7.3 Para a camada final, devem ser realizados os seguintes ensaios:

- a) um ensaio de compactação, segundo o método de ensaio DNER-ME 129/94 para cada 200 m³ de material e no mínimo três ensaios por pano de 600 m;
- b) um ensaio do Índice de Suporte Califórnia segundo o método de ensaio DNER-ME 049/94, para cada 1.000 m³;
- c) uma determinação de umidade pelo método expedito da “frigideira”, conforme descrito no Manual de Execução de Serviços Rodoviários do DER/PR e uma determinação da massa específica aparente seca “in situ” pelo método DNER-ME 092/94, para cada 150 m³ de camada final, alternadamente no eixo e bordo. Para aterros com extensão inferior a 100 m são executados, pelo menos, duas determinações;
- d) um ensaio de granulometria (DNER-ME 080/94), do limite de liquidez (DNER-ME 122/94) e do limite de plasticidade (DNER-ME 082/94), para cada 1.000 m³.

7.4 Para corpo de aterro devem ser realizados os seguintes ensaios:

- a) um ensaio de compactação, segundo o método de ensaio DNER-ME 129/94, para cada 1.000 m³ de um mesmo material do corpo de aterro;
- b) um ensaio do Índice de Suporte Califórnia segundo o método de ensaio DNER-ME 049/94, para cada 1.000 m³;
- c) uma determinação de umidade pelo método expedito da “frigideira”, e uma determinação da massa específica aparente seca “in situ” pelo método DNER-ME 092/94, para cada camada de corpo de aterro, com espaçamento até 200 m, e no mínimo duas determinações por camada;
- d) um ensaio de granulometria (DNER-ME 080/94), do limite de liquidez (DNER-ME 122/94) e do limite de plasticidade (DNER-ME 082/94) para cada conjunto de dez ensaios de compactação, segundo 7.4 “a”.

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pelo executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 O controle externo de qualidade é executado através de coleta aleatória de amostras, por ensaios e determinações previstas no item 7, cuja quantidade mensal mínima corresponde pelo menos a 10% dos ensaios e determinações realizadas pelo executante no mesmo período.

8.3 Controle geométrico

- a) O acabamento da plataforma de aterro é procedido mecanicamente de forma a alcançar a conformação da seção transversal do projeto, admitidas as seguintes tolerâncias:
 - a.1) variação da altura máxima de $\pm 0,03$ m para o eixo e bordos;
 - a.2) variação máxima de largura de $+ 0,30$ m para a plataforma, não sendo admitida variação negativa.
- b) O controle deve ser efetuado por nivelamento de eixo e de bordo.
- c) Abaulamento transversal situado na faixa de $\pm 0,5\%$, em relação ao definido em projeto para a camada final, não se admitindo situações que permitam o acúmulo de água.
- d) O acabamento dos taludes e da plataforma seja considerado satisfatório, com base em inspeção visual.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 A expansão e ISC determinados pelo método DNER-ME 049/94 deve apresentar sempre o seguinte resultado:

- a) para corpo de aterro: $ISC \geq 2\%$ e $expansão \leq 4\%$;
- b) para camadas finais: $ISC \geq ISC$ de projeto e $expansão \leq 2\%$.

9.2 Para aceitação dos serviços é necessário que:

- a) os valores individuais da expansão atendam ao valor máximo especificado;
- b) os valores calculados estatisticamente para o grau de compactação e para a ISC atendam, respectivamente, ao especificado em 5.3.11 e 9.1. O cálculo estatístico é feito da seguinte maneira:

$X - ks \geq$ valor mínimo especificado, sendo:

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

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

$$n \geq 9$$

Onde:

x_i = valores individuais

X = média da amostra

s = desvio padrão da amostra

n = número de determinações

k = 1,25

9.3 Se o serviço for rejeitado por deficiência de compactação, os segmentos que não atingiram as condições mínimas de compactação devem ser escarificados, homogeneizados, levados à umidade adequada e novamente compactados, de acordo com a massa específica aparente seca exigida.

9.4 Se o serviço for rejeitado por expansão superior à máxima e/ou ISC inferior ao valor mínimo, conforme definidos em 9.1, os segmentos que apresentam esta deficiência devem ser removidos, na profundidade da camada considerada, e substituídos por material selecionado, convenientemente executado de acordo com esta especificação.

9.5 Os resultados dos controles e dos critérios para aceitação ou rejeição dos serviços executados devem ser registrados em relatórios mensais ou periódicos de acompanhamento e associados à medição dos serviços.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 Os serviços executados e recebidos na forma descrita são medidos pela determinação do volume de material compactado na pista, expresso em metros cúbicos, fazendo-se distinção quanto à energia de compactação e quanto à classificação do material utilizado. No cálculo dos volumes, é aplicado o método da média das áreas.

10.2 A seção transversal a ser considerada para efeito de medição, em cada caso, é a menor, dentre a seção de projeto e a seção real medida após a execução do serviço.

10.3 Particularidades relacionadas à superposição das operações previstas para a porção superior da camada final e a regularização do subleito são abordadas no Manual de Execução do DER/PR.

10.4 Com relação à ocorrência de excessos sistemáticos nos volumes dos aterros, reportar-se ao Manual de Execução do DER/PR.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se, juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é efetuado, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base nos preços unitários contratuais, os quais representarão a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.