



**MT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM**  
**DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO - IPR**  
**DIVISÃO DE CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA**  
 Rodovia Presidente Dutra km 163 - Centro Rodoviário, Parada de Lucas  
 Rio de Janeiro, RJ - CEP 21240-330  
**Norma rodoviária**  
**Especificação de Serviço**  
**DNER-ES 282/97**  
 p. 01/08

**Terraplenagem - aterros**

Reprodução permitida desde que citado o DNER como fonte

**RESUMO**

Este documento define a sistemática empregada na execução de aterro como parte integrante da plataforma da rodovia. Para tanto, são apresentados os requisitos concernentes a material, equipamento, execução, preservação ambiental, controle dos materiais empregados, além dos critérios para aceitação, rejeição e medição dos serviços.

**ABSTRACT**

This document presents procedures for the execution of embankments as an integrated part of the road platform. It presents requirements concerning materials, equipment, execution, ambiental preserving, quality control and the criteria for acceptance and rejection of the services.

**SUMÁRIO**

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais

- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Inspeção
- 8 Critérios de medição

**0 PREFÁCIO**

Esta Norma estabelece a sistemática a ser empregada na execução e no controle da qualidade do serviço em epígrafe.

**1 OBJETIVO**

Estabelecer a sistemática adotada para a execução dos segmentos da plataforma em aterro mediante o depósito de materiais sobre o terreno natural.

**2 REFERÊNCIAS**

Para o entendimento desta Norma deverão ser consultados os documentos seguintes:

- a) DNER-ES 278/97 - Terraplenagem - serviços preliminares;
- b) DNER-ES 280/97 - Terraplenagem - cortes;

**Macrodescriptores MT** : terraplenagem, aterro

**Microdescriptores DNER** : solo, terraplenagem, serviço de terraplenagem

**Palavras-chave IRRD/IPR** : aterro (2801), solo (4156), terraplenagem (3653)

**Descritores SINORTEC** : aterros

Aprovado pelo Conselho de Administração em 05/03/97,

Autor: DNER/DrDTc (IPR)

Processo nº 51100000912/97-63

Resolução nº 16/97, Sessão nº CA /08/97

Substitui a DNER-ES-T 05/70

Revisão e Adaptação à DNER-PRO 101/97,

Aprovada pela DrDTc em 06/11/97

- c) DNER-ES 281/97 - Terraplenagem - empréstimos;
- d) DNER-ME 037/94 - Solo - determinação da massa específica aparente "in situ", - com emprego do óleo;
- e) DNER-ME 049/94 - Solos - determinação do índice de suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas;
- f) DNER-ME 080/94 - Solos - análise granulométrica por peneiramento;
- g) DNER-ME 082/94 - Solos - determinação do limite de plasticidade;
- h) DNER-ME 092/94 - Solo - determinação da massa específica aparente do solo "in situ", com o emprego do frasco de areia;
- i) DNER-ME 122/94 - Solos - determinação do limite de liquidez - método de referência e método expedito;
- j) DNER-ME 129/94 - Solos - compactação utilizando amostras não trabalhadas;
- k) DNER-PRO 277/97 - Metodologia para controle estatístico de obras e serviços;
- l) DNER-ISA - 07 - Instruções de serviço ambiental;
- m) DNER - Manual de Implantação Básica, 1996.

### 3 DEFINIÇÕES

Para os efeitos desta Norma são adotadas as definições de 3.1 a 3.5.

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.

3.2 Corpo do aterro - parte do aterro situado entre o terreno natural até 0,60m 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 Rachão - camada final de terraplenagem executada com pedras provenientes do britador primário, mecanicamente espalhada e comprimida, sobre a qual será espalhado pó de pedra ou areia, vibrados até preencher os vazios, alcançando-se o embrincamento do material pétreo. A camada inferior do rachão deverá ser constituída de material drenante de espessura mínima de 0,05m.

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

### 4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 A operação será precedida da execução dos serviços de desmatamento, destocamento e limpeza.

4.2 Preliminarmente à execução dos aterros, deverão estar concluídas as obras-de-arte correntes necessárias à drenagem da bacia hidrográfica interceptada pelos mesmos.

## 5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

### 5.1 Material

5.1.1 Os solos deverão ser preferencialmente utilizados atendendo à qualidade e a destinação prévia, indicadas no projeto.

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

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

5.1.4 Na execução do corpo dos aterros não será permitido o uso de solos de baixa capacidade de suporte ( $ISC < 2\%$ ) e expansão maior do que 4%.

5.1.5 A camada final dos aterros deverá ser constituída de solo selecionado na fase de projeto, dentre os melhores disponíveis, os quais serão objeto de Especificações Complementares indicadas no Projeto. Não será permitido o uso de solos com expansão maior do que 2%.

5.1.6 Em regiões onde houver ocorrência de materiais rochosos, e na falta de materiais de 1ª ou 2ª categorias, admite-se, desde que haja especificação complementar no projeto, o emprego destes, atendidas as condições descritas no item 5.3 Execução.

### 5.2 Equipamento

5.2.1 A execução dos aterros deverá prever a utilização racional de equipamento apropriado, atendidas as condições locais e a produtividade exigida.

5.2.2 Poderão ser empregados tratores de lâmina, escavo-transportadores, moto-escavo-transportadores, caminhões basculantes, moto-niveladoras, rolos lisos, de pneus, pés de carneiro, estáticos ou vibratórios.

### 5.3 Execução

As operações de execução do aterro subordinam-se aos elementos técnicos constantes do projeto e compreendem o contido de 5.3.1 a 5.3.16.

5.3.1 Descarga, espalhamento, homogeneização, conveniente umedecimento ou aeração, compactação dos materiais selecionados procedentes de cortes ou empréstimos, para a construção do corpo do aterro até a cota correspondente ao greide da terraplenagem.

5.3.2 Descarga, espalhamento, conveniente umedecimento ou aeração, e compactação dos materiais procedentes de cortes ou empréstimos, destinados a substituir eventualmente os materiais de qualidade inferior, previamente retirados, a fim de melhorar as fundações dos aterros.

5.3.3 No caso de aterros assentes sobre encostas, com inclinação transversal acentuada e de acordo com o projeto, as encostas naturais deverão 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.

5.3.4 O lançamento do material 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 Norma. Para o corpo dos aterros a espessura da camada compactada não deverá ultrapassar 0,30m. Para as camadas finais essa espessura não deverá ultrapassar 0,20m.

5.3.5 Todas as camadas do solo deverão ser convenientemente compactadas. Para o corpo dos aterros, na umidade ótima, mais ou menos 3%, até se obter a massa específica aparente seca correspondente a 95% da massa específica aparente máxima seca, do ensaio DNER-ME 092/94 ou DNER-ME 037/94. Para as camadas finais aquela massa específica aparente seca deve corresponder a 100% da massa específica aparente máxima seca, do referido ensaio. Os trechos que não atingirem as condições mínimas de compactação deverão ser escarificados, homogeneizados, levados à umidade adequada e novamente compactados, de acordo com a massa específica aparente seca exigida.

5.3.6 No caso de alargamento de aterros a execução será obrigatoriamente procedida de baixo para cima, acompanhada de degraus nos seus taludes. Desde que, justificado em projeto, a execução poderá 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.

5.3.7 A inclinação dos taludes de aterro, tendo em vista a natureza dos solos e as condições locais, será fornecida pelo proj<sup>3</sup>/<sub>4</sub>

5.3.8 Para a construção de aterros assentes sobre terreno de fundação de baixa capacidade de carga, o projeto indicará a solução a ser adotada. No caso de consolidação por adensamento da camada mole, será exigido o controle por medição de recalques e, quando prevista, a observação da variação das pressões neutras.

5.3.9 Os aterros-barragens terão os seus projetos e a construção fundamentados nas considerações de problemas referentes à compactação dos solos, estabilidade do terreno de fundação, estabilidade dos taludes e percolação da água nos meios permeáveis. Constarão especificamente do projeto.

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 prevista em projeto. O material rochoso deve ser depositado em camadas cujas espessuras não devem ultrapassar 0,75m. Os últimos 2,00m de aterro deverão ser executados em camadas de no máximo 0,30m de espessura. A conformação das camadas deverá ser executada mecanicamente, devendo o material ser espalhado com equipamento apropriado e devidamente compactado por meio de rolos vibratórios. Deverá ser obtido um conjunto livre de grandes vazios e engaiolamentos, e o diâmetro máximo dos blocos de pedra será limitado pela espessura da camada. O tamanho admitido para a maior dimensão da pedra é de 2/3 da es.02

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

5.3.12 A fim de proteger os taludes contra os efeitos da erosão proceder conveniente drenagem e obras de proteção, mediante a plantação 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.

5.3.13 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, serão convenientemente espaçadas e ancoradas na banquetas e na saia do aterro. O detalhamento destas obras será apresentado no projeto.

5.3.14 Nos locais de travessias de curso d'água ou passagens superiores, a construção dos aterros deve preceder a construção das obras-de-arte projetadas. Em caso contrário, todas as medidas de precaução deverão ser tomadas, a fim de que o método empregado para a construção dos aterros de acesso não origine movimentos ou tensões indevidas em quaisquer obras-de-arte.

5.3.15 Os aterros de acesso próximos aos encontros de pontes, o enchimento de cavas das fundações e as trincheiras de bueiros, bem como todas as áreas de difícil acesso ao equipamento usual de compactação, serão compactados mediante o uso de equipamento adequado, como soquetes manuais e sapos mecânicos, na umidade descrita para o corpo dos aterros.

5.3.16 Durante a construção os serviços já executados deverão ser mantidos com boa conformação e permanente drenagem superficial.

## 6 MANEJO AMBIENTAL

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

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

## 7 INSPEÇÃO

### 7.1 Controle do material

Deverão ser adotados os seguintes procedimentos:

- a) 1 (um) ensaio de compactação, segundo o Método de Ensaio DNER-ME 129/94 para cada 1.000m<sup>3</sup> de material do corpo do aterro;
- b) 1 (um) ensaio de compactação, segundo o Método de Ensaio DNER-ME 129/94 para cada 200m<sup>3</sup> de material de camada final do aterro;
- c) 1 (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 o corpo do aterro, para todo o grupo de dez amostras submetidas ao ensaio de compactação, conforme a alínea "a";



- d) 1 (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 camadas finais do aterro, para todo o grupo de quatro amostras submetidas ao ensaio de compactação, conforme a alínea "b";
- e) 1 (um) ensaio do Índice de Suporte Califórnia, com energia do Método de Ensaio DNER-ME 049/94 para camada final, para cada grupo de quatro amostras submetidas a ensaios de compactação, segundo a alínea "b".

## 7.2 Controle da execução

7.2.1 Ensaio de massa específica aparente seca "in situ", em locais escolhidos aleatoriamente, por camada, distribuídos regularmente ao longo do segmento, pelos Métodos de Ensaio DNER-ME 092/94 e DNER-ME 037/94. 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 do grau de compactação (GC).

7.2.2 O número de ensaios de massa específica aparente "in situ", para o controle da execução será definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade a ser assumido pelo Executante, conforme a Tabela seguinte:

**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
$\alpha$	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 = n° de amostras;				k = coeficiente multiplicador;				$\alpha$ = risco do Executante.							

7.2.3 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. Deverão ser obedecidos os limites seguintes:

- corpo do aterro  $GC \geq 95\%$ ;
- camadas finais  $GC \geq 100\%$ .

## 7.3 Verificação final da qualidade

### 7.3.1 Controle geométrico

7.3.1.1 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  $\pm 0,04m$  para o eixo e bordos;
- variação máxima da largura de  $+ 0,30m$  para a plataforma, não sendo admitida variação negativa.

7.3.1.2 O controle deverá ser efetuado por nivelamento de eixo e de bordo.

#### 7.4 Aceitação e rejeição

7.4.1 A expansão, determinada no ensaio de 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  $expansão \leq 2\%$ .

7.4.2 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, adotando-se o procedimento seguinte:

Para ISC e GC têm-se:

$\bar{X} - ks < \text{valor mínimo admitido}$ , 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.

7.4.3 Os serviços rejeitados deverão ser corrigidos, complementados ou refeitos.

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



## 8 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Os serviços aceitos serão medidos de acordo com os critérios de 8.1 a 8.4.

8.1 O volume transportado para os aterros deve ser objeto de medição, por ocasião da execução dos cortes e dos empréstimos.

8.2 A compactação será medida em m<sup>3</sup>, sendo considerado o volume de aterro executado de acordo com a seção transversal do projeto.

8.3 Nos serviços onde houver coincidência da camada final de 0,20m conforme o item 5.3.4, nas obras de terraplenagem, com a regularização das obras de pavimentação, este último serviço não deverá ser medido, por ser idêntico ao primeiro.

8.4 O equipamento, a mão de obra, o material e o transporte, bem como as despesas indiretas não serão objeto de medição, apenas considerados por ocasião da composição dos preços dos serviços.