

TERRAPLENAGEM – EXECUÇÃO DE ATERROS

Especificação Particular

C D T - CENTRO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

Novembro de 2019



DESIGNAÇÃO - ARTERIS ES – 108 Rev.02

Especificação Particular de Serviço para

Terraplenagem – Execução de Aterros

Designação ARTERIS ES 108- Rev. 02 (Novembro/2019)



1. RESUMO

Esta especificação particular estabelece a sistemática a ser empregada na execução das plataformas dos aterros mediante o depósito de materiais sobre o terreno natural.

Neste documento encontram-se definidos os requisitos concernentes a materiais, equipamentos, execução e controle de qualidade, além dos critérios para a aceitação e rejeição dos serviços.

2. ENSAIOS NECESSÁRIOS

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

DNER-ME 037/94 – Solos – Determinação da massa específica aparente “in situ”, com emprego do óleo.

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.

DNIT 001/2009-PRO – Elaboração e apresentação de normas do DNIT – Procedimento.

DNIT 011/2004-PRO – Gestão da qualidade em obras rodoviárias – Procedimento.

DNIT 013/2004-PRO – Requisitos para a qualidade em obras rodoviárias – Procedimento.

DNIT 070-PRO – Condicionantes ambientais das áreas de uso de obras – Procedimento.

DNIT 104-ES – Terraplenagem – Serviços preliminares – Especificação de serviço.

DNIT 106-ES – Terraplenagem – Cortes – Especificação de serviço.

DNIT 107-ES – Terraplenagem – Empréstimos.

3. DEFINIÇÕES

Para o efeito desta Norma são adotadas as seguintes definições:

3.1 Equipamento em geral

Máquinas, veículos, equipamentos outros e todas as unidades móveis utilizadas na execução dos serviços e obras.

3.2 Aterros

Segmentos da 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, o qual corresponde à faixa terraplanada.

3.3 Faixa terraplanada

Faixa correspondente à largura que vai de crista a crista do corte, no caso de seção plena em corte; do pé do aterro ao pé do aterro, no caso de seção plena em aterro; e da crista do corte ao pé do aterro, no caso da seção mista. É a área compreendida entre as linhas “Off sets”.

3.4 Corpo de aterro

Parte do aterro situada sobre o terreno natural até 0,60 m abaixo da cota correspondente ao greide de terraplanagem.

3.5 Camada final

Parte do aterro constituída de material selecionado, com base em preceitos técnico-econômicos, com 60,0 cm de espessura situada sobre o corpo do aterro ou sobre o terreno remanescente de um corte e cuja superfície é definida pelo greide de terraplanagem.

3.6 Plataforma da estrada

Superfície do terreno ou terraplano, compreendida entre os dois pés dos cortes, no caso da seção em corte; compreendida entre crista a crista do aterro, no caso de seção em aterro; ou compreendida entre pé do corte a crista do aterro, no caso de seção mista. No caso dos cortes a plataforma compreende também a sarjeta.

3.7 Bota fora

Material de escavação de cortes, não aproveitado nos aterros, devido à sua má qualidade, ao seu volume ou à excessiva distância de transporte, e que é depositado fora da plataforma da rodovia, de preferência nos limites da faixa de domínio, quando possível.

Local de bota-fora: lugar estabelecido para depósito de materiais inservíveis.

3.8 Compactação

Operação por processo manual ou mecânico, destinada a reduzir o volume de vazios de um solo ou outro material, com a finalidade de aumentar-lhe a massa específica, resistência e estabilidade.

4. CONDIÇÕES GERAIS

O início e desenvolvimento dos serviços de execução de aterro pertinente a um segmento viário se condicionam à rigorosa observância do disposto nas subseções 4.1 e 4.2 a seguir.

4.1 Antes do início da execução dos aterros, os elementos/componentes do processo construtivo pertinente e que serão utilizados para a respectiva implantação do aterro, devem estar em condições adequadas, condições estas retratadas pelo atendimento ao disposto nas subseções 4.1 a 4.8 da Norma DNIT 106/2009-ES – Terraplenagem - Cortes.

4.2 No tocante ao segmento em aterro a ser implantado, as respectivas marcações do eixo e dos “Off sets”, bem como as referências de nível (RN), já devidamente atendido o disposto nas subseções 4.2.1, 4.2.2 e 4.2.4 da Norma DNIT 104/2009 – ES - Serviços Preliminares, devem, após as operações de desmatamento e destocamento, ser devidamente checadas e, se for o caso, revistas, de sorte a guardarem consonância com a nova configuração da superfície do terreno e com o Projeto Geométrico.

Neste sentido, e em consequência, deve ser procedido novo levantamento de seções transversais, de forma solidária com os RN instituídos no Projeto de Engenharia.

Tais seções transversais constituir-se-ão, então, nas “seções primitivas” a serem efetivamente consideradas, para efeito de elaboração e de marcação da “Nota de Serviço de Terraplanagem” (respeitadas as cotas do projeto geométrico), do controle geométrico dos serviços e da medição dos serviços executados.

5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 MATERIAIS

Os materiais a serem utilizados na execução dos aterros devem ser provenientes das escavações referentes à execução dos cortes e da utilização de empréstimos, devidamente caracterizados e selecionados com base nos Estudos Geotécnicos desenvolvidos através do Projeto de Engenharia.

Tais materiais, que ordinariamente devem atender a vários requisitos, em termos de características mecânicas e físicas, conforme se registra a seguir:

a) Ser preferencialmente utilizados, de conformidade com sua qualificação e destinação prévia fixada no projeto.

b) Ser isentos de matérias orgânicas, micáceas e diatomáceas. Não devem ser constituídos de turfas ou argilas orgânicas.

c) Para efeito de execução do corpo do aterro, apresentar capacidade de suporte adequada ($ISC \geq 2\%$) e expansão menor ou igual a 4%, quando determinados por intermédio dos seguintes ensaios:

- Ensaio de compactação – Norma DNER-ME 129/94 (Método A);
- Ensaio de Índice Suporte Califórnia - ISC – Norma DNER-ME 49/94, com a energia do Ensaio de Compactação (Método A).

d) Para efeito de execução da camada final dos aterros, apresentar dentro das disponibilidades e em consonância com os preceitos de ordem técnico-econômica, a melhor capacidade de suporte ($ISC \geq 2\%$, ou igual ou superior ao especificado pelo projetista, quando indicado em projeto) e expansão $\leq 2\%$, cabendo a determinação dos valores de CBR e de expansão pertinentes, por intermédio dos seguintes ensaios:

- Ensaio de Compactação – Norma DNER-ME 129/94 (Método B).
- Ensaio de Índice Suporte Califórnia – ISC – Norma DNER-ME 49/94, com a energia do Ensaio de Compactação do (Método B).

O atendimento aos mencionados preceitos deve ser efetivado através de análise técnico-econômica, considerando as alternativas de disponibilidade de materiais ocorrentes e incluindo-se, pelo menos, 01 (uma) alternativa com a utilização de material com $CBR \geq 6\%$.

e) Em regiões onde houver ocorrência de materiais rochosos, desde que devidamente especificado no projeto de engenharia, o emprego destes materiais de 3ª categoria (rochas), atendidas as condições prescritas no projeto de engenharia e o disposto na subseção 5.3 – Execução.

5.2 EQUIPAMENTOS

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

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

5.3 EXECUÇÃO

O início e o desenvolvimento dos serviços de execução dos aterros devem obedecer, rigorosamente, à programação de obras estabelecida e consignada na “Segmentação do Diagrama de Bruckner” enfocada na subseção 4.2.7 da Norma DNIT 104/2009 - ES – Terraplenagem - Serviços Preliminares.

Uma vez atendida esta condição, a execução dos aterros deve ser procedida, depois da devida autorização da Fiscalização, mediante a utilização dos equipamentos focalizados na subseção 5.2, obedecendo aos elementos técnicos constantes no Projeto de Engenharia e atendendo ao contido nas subseções 5.3.1 a 5.3.18.

5.3.1 Descarga, espalhamento em camadas, 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 de terraplenagem.

5.3.2 Descarga, espalhamento em camadas, 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, 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, a Fiscalização pode exigir 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 no projeto de engenharia. Para o corpo dos aterros, a espessura de cada camada compactada não deve ultrapassar de 0,30 m. Para as camadas finais essa espessura não deve ultrapassar de 0,20 m.

5.3.5 Todas as camadas do solo devem ser convenientemente compactadas, de conformidade com o definido no projeto de engenharia. Ordinariamente, o preconizado é o seguinte:

- a) 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 realizado pela Norma DNER- ME 129/94, Método A.
- b) Para as camadas situadas no último um metro, o grau de compactação mínimo exigido é de 100% em relação à massa específica aparente seca máxima na energia adotada para compactação do material (DNER- ME 129/94, Método B). A variação de umidade do material admitida é de \pm

3% para as camadas iniciais, e de $\pm 2\%$ para as três últimas camadas (60cm), em relação à umidade ótima de compactação.

c) Os trechos que não atingirem às condições mínimas de compactação devem ser escarificados, homogeneizados, levados à umidade adequada e novamente compactados, de acordo com o estabelecido no projeto de engenharia.

5.3.6 No caso de alargamento de aterros, sua execução obrigatoriamente deve ser procedida de baixo para cima, acompanhada de degraus nos seus taludes. Desde que justificado em projeto, pode a execução ser feita por meio de arrasamento parcial do aterro existente, até que o material escavado preencha a nova seção transversal, complementando-se após, com material importado, toda a largura da referida seção transversal. No caso de aterros em meia encosta, o terreno natural deve ser, também, escavado em degraus.

5.3.7 A inclinação dos taludes de aterro, tendo em vista a natureza dos solos e as condições locais, deve ser fornecida pelo projeto de engenharia.

5.3.8 Na execução dos aterros, deve ser cuidadosamente controlada e verificada a inclinação dos taludes, tanto com o uso de esquadro ou gabarito apropriado, bem como pelas referências laterais.

5.3.9 Para a construção de aterros assentes sobre terreno de fundação de baixa capacidade de carga, projeto de engenharia específico com especificação particular pertinente deve prever a solução a ser seguida. No caso de consolidação por adensamento da camada mole deve ser exigido o controle por medição de recalques e, quando prevista, a observação da variação das pressões neutras.

5.3.10 No caso da execução de aterros sobre solos de baixa resistência, solos moles e quando previsto no projeto de engenharia, para a remoção de tais solos devem ser adotados os seguintes procedimentos:

a) Iniciar as escavações para remoção dos solos moles no local exato determinado pela Fiscalização, a qual também determinará, face aos resultados das escavações, o término das mesmas, sempre com a orientação determinada previamente no projeto de engenharia.

Quando a remoção se fizer próximo a construções, podem ser necessários cuidados especiais para evitar danos aos prédios. Neste caso, devem ser cravadas estacas-prancha ou utilizadas outras formas, então aprovadas, para conter o solo sob a construção, antes do início da remoção, de forma a assegurar a estabilidade do prédio. Os locais devem ser determinados no Projeto de Engenharia, e nas situações não previstas, a critério da Fiscalização;

- b) Escavar em nichos de, no máximo, 10,0 metros ao longo do eixo e 5,0 metros perpendiculares ao eixo da rodovia;
- c) Reaterrar os nichos logo após concluída a escavação;
- d) Evitar rebaixar o nível de água dentro da escavação, ou seja, a escavação deve ser feita de forma lenta o suficiente para evitar que o equipamento de escavação remova água, mas o mais rápido possível para minimizar o tempo de escavação aberta;
- e) Sob nenhuma hipótese deve se admitir que qualquer escavação seja deixada aberta durante paralisações de construção, ou mesmo interrupções não previstas;
- f) Os taludes da escavação devem ser o mais íngreme possível e mantendo a estabilidade;
- g) O material de enchimento das cavas de remoção, como em geral estas compreendem áreas com nível d'água elevado, deve ser constituído por material inerte granular até o nível em que seja possível, inclusive com previsão de uso de bombeamento de vala, e prosseguimento do reaterro com solo compactado a seco.
- h) Tão logo o material de preenchimento esteja acima do nível d'água na escavação, o material deve ser compactado com rolo liso, ou a critério da Fiscalização;
- i) O material removido deve ser depositado convenientemente ao lado da rodovia; outro local qualquer definido pela Fiscalização, e provido de diques de retenção dos materiais, de forma que a água contida no solo se esvaia, permitindo uma pré-secagem do solo antes do mesmo ter sua conformação definitiva, ou ser transportado para os locais de bota-fora ou de recomposição de empréstimos, conforme designado no Projeto.

5.3.11 Os aterros-barragens devem ter o seu projeto e construção fundamentados nas considerações de problemas referentes à compactação de solos, estabilidade do terreno de fundação, estabilidade dos taludes e percolação da água nos meios permeáveis. Devem ser objeto de Projeto de Engenharia específico e Especificação Particular pertinente.

5.3.12 Em regiões onde houver ocorrência predominante de materiais rochosos, deve ser admitida a execução do corpo do aterro com o emprego dos mesmos materiais, conforme definido no projeto de engenharia, ou desde que haja conveniência, e a critério da Fiscalização. A rocha deve ser depositada em camadas, cuja espessura não deve ultrapassar a 0,75 m. Os últimos 2,00 m do corpo do aterro devem ser executados em camadas de, no máximo, 0,30 m de espessura. A conformação das camadas deve ser 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 deve ser limitado pela espessura da camada. O tamanho admitido para maior dimensão da pedra deve ser de 2/3 da espessura da camada compactada.

5.3.13 Em regiões onde houver ocorrência predominante de areia, deve ser admitido seu uso na execução de aterros. O projeto de engenharia deve definir a espessura e demais características das camadas de areia e de material terroso subsequente. Ambas as camadas devem ser convenientemente compactadas. A camada de material terroso deve receber leivas de gramíneas, para sua proteção. Todos os ensaios e procedimentos necessários para garantia e verificação da qualidade final dos serviços deverá ser previamente definido pelo projetista.

Devem ser atendidos requisitos visando o dimensionamento da espessura das camadas, regularização das mesmas, execução de leivas de contenção sobre material terroso e a compactação das camadas de material terroso subsequentes ao aterro em areia.

5.3.14 A fim de proteger os taludes contra os efeitos da erosão, deve ser procedida a sua conveniente drenagem e obras de proteção, mediante a plantação de gramíneas ou a execução de patamares, com o objetivo de diminuir o efeito erosivo da água, tudo de conformidade com o estabelecido no projeto de engenharia.

5.3.15 Havendo a possibilidade de solapamento da saia do aterro, em épocas chuvosas, deve ser providenciada 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 devem ser convenientemente espaçadas e ancoradas na banquetas e na saia do aterro. O detalhamento destas obras deve ser apresentado no projeto de engenharia.

5.3.16 Sempre que possível, nos locais de travessia de cursos d'água ou passagens superiores, a construção dos aterros deve preceder a das obras-de-arte projetadas. Em caso contrário, todas as medidas de precaução devem ser tomadas, a fim de que o método construtivo empregado para a construção dos aterros de acesso não origine movimentos ou tensões indevidas em qualquer obra-de-arte.

5.3.17 Os aterros de acesso próximos dos 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, devem ser compactados mediante o uso de equipamento adequado, como soquetes manuais, sapos mecânicos etc. A execução deve ser em camadas, com as mesmas condições de massa específica aparente seca e umidade descritas para o corpo do aterro, e atendendo ao preconizado no projeto de engenharia. Devem ser seguidos os padrões de qualidade expressos nas especificações DNIT ES 023/2006, ES 024/2004 e ES 025/2004.

5.3.18 Antes do lançamento de cada camada, caso a camada superficial se apresente selada, a mesma deverá ser escarificada para perfeita ligação entre camadas. Na iminência de chuvas ou caso os trabalhos de lançamento e compactação tiverem que ser interrompidos por um intervalo de tempo considerado prolongado pela Fiscalização, a superfície do aterro deverá ser selada convenientemente. Após o período de interrupção, antes do reinício do lançamento e compactação, a camada superior deverá ser retrabalhada conforme exposto acima, até apresentar condições adequadas para ser compactada

5.3.19 Durante a construção, os serviços já executados devem ser mantidos, permanentemente, com a devida conformação geométrica e com adequado funcionamento do sistema de drenagem superficial.

6. CONDICIONANTES AMBIENTAIS

Nas operações destinadas à execução dos aterros, objetivando a preservação ambiental, devem ser devidamente observadas e adotadas as soluções e os respectivos procedimentos específicos atinentes ao tema ambiental, definidos e/ou instituídos no instrumental técnico-normativo pertinente vigente no DNIT e na documentação técnica vinculada à execução das obras, documentação esta que compreende o Projeto de Engenharia – PE, os Programas Ambientais pertinentes do PBA e as recomendações e exigências dos órgãos ambientais.

O conjunto de soluções e procedimentos, acima reportados, constitui elenco bastante diversificado de medidas condicionantes que, à luz do instrumental técnico-normativo pertinente e referenciado à Norma DNIT 070/2006-PRO, comporta o desdobramento apresentado na forma das subseções 6.1 a 6.3, que se seguem.

6.1 Medidas condicionantes de cunho genérico, focalizadas na subseção 4.2 da Norma DNIT 070/2006-PRO, e que contemplam, entre outros, os seguintes tópicos:

- O atendimento à plena regularidade ambiental;
- A observância rigorosa da legislação referente ao uso e à ocupação do solo, vigente no município envolvido;
- O estabelecimento de horário de trabalho compatível com a lei do silêncio (regional ou local);
- O atendimento à segurança e ao conforto dos usuários da rodovia e dos moradores das faixas lindeiras;
- A segurança operacional dos trabalhadores da obra;
- O planejamento e a programação das obras;

- O disciplinamento do fluxo de tráfego e do estacionamento dos veículos e equipamentos;

- A devida recuperação ambiental das áreas afetadas pelas obras, após o encerramento das atividades.

6.2 Medidas condicionantes de cunho específico, focalizadas na subseção 5.1 da Norma DNIT 070/2006-PRO, e que contemplam os tópicos “canteiro de obras”, “instalações industriais” e “equipamentos em geral”, em suas etapas de instalação / mobilização, de operação e de desmobilização.

6.3 Medidas condicionantes de cunho específico, focalizadas na subseção 5.5 da Norma DNIT 070/2006-PRO e que, contemplando as atividades e ocorrências relacionadas com a execução dos aterros, se detêm, entre outros tópicos, nos seguintes:

- Ocorrências ou aceleração de processos erosivos;
- Problemas de instabilidade física dos maciços;
- Execução de aterros em encostas;
- Implantação de sistema de drenagem específico;
- Execução de obras e serviços de proteção;
- Operações de terraplenagem em rocha.

NOTA: Em função de necessidades e particularidades específicas, detectadas ao longo do desenvolvimento dos serviços, a Fiscalização deve acatar, acrescentar, complementar ou suprimir itens integrantes do elenco de condicionantes, instituído na documentação técnica reportada.

7. INSPEÇÕES

Objetivando o atendimento ao preconizado nas Normas DNIT 011/2004-PRO e DNIT 013/2004-PRO, a Fiscalização deve elaborar e cumprir competente Programa de Inspeções, de sorte a exercer o controle externo da obra.

Neste sentido, e de conformidade com o instituído no “Planejamento Geral da Obra ou Plano da Qualidade (PGQ)”, referidas inspeções de forma sistemática e contínua, devem atender ao disposto na forma das subseções 7.1 a 7.4 que se seguem.

7.1 CONTROLE DOS INSUMOS

Deve ser procedido o controle tecnológico dos materiais terrosos utilizados, objetivando verificar quanto ao atendimento aos vários requisitos, em termos de características físicas e mecânicas, de conformidade com o definido no Projeto de Engenharia e nas alíneas “a” a “e” da subseção 5.1 desta Norma.

Neste sentido, devem ser adotados os seguintes procedimentos:

- a) 1 (um) ensaio de compactação, segundo o Método de Ensaio da Norma DNER-ME 129/94 (Método A), para cada 1.000 m³ de material do corpo do aterro; ou, menor em caso de mudança do material;
- b) 1 (um) ensaio de compactação, segundo o Método de Ensaio da Norma DNER-ME 129/94 (Método B), para cada 200m³ 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 (caracterização completo), para cada 10.000 m³ de material do corpo do aterro submetidas ao ensaio de compactação, conforme a alínea “a” desta subseção;
- 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 cada 4.000 m³ de material das camadas finais do aterro submetidas ao ensaio de compactação, conforme a alínea “b” desta subseção;
- e) 1 (um) ensaio do Índice de Suporte Califórnia, com energia do Método de Ensaio da Norma DNER-ME 049/94 para camada final, para cada 4.000 m³ de material das camadas finais do aterro submetidas a ensaios de compactação, segundo a alínea “b” desta subseção.

7.2 CONTROLE DA EXECUÇÃO

7.2.1 Quanto aos atributos genéricos:

Deverá ser verificado, na execução de cada segmento de aterro, se:

- A sua execução foi, na forma devida, formalmente autorizada pela Fiscalização;
- A origem do material terroso utilizado está de conformidade com a distribuição definida no projeto de engenharia;
- O disposto nas seções 4 e 5 desta Norma está sendo atendido.

7.2.2 Quanto à consolidação dos aterros:

Deve ser verificado quanto à observância do constante nas subseções 5.3.9 e 5.3.10 e suas alíneas, desta Norma.

7.2.3 Quanto à compactação:

Devem ser adotados os seguintes procedimentos:

- a) Ensaio de massa específica aparente seca “in situ”, em locais escolhidos aleatoriamente, por camada, distribuídos regularmente ao longo do segmento, pelos Métodos de Ensaio das Normas DNER-ME 092/94 e DNER-ME 037/94. Para pistas de extensões limitadas, com volume de, no

máximo, 1.200m³ no corpo do aterro, ou 800m³ para as camadas finais, devem ser feitas, pelo menos, cinco determinações para o cálculo do grau de compactação (GC).

b) O número de ensaios de massa específica aparente “in situ”, para o controle da execução, deve ser definido em função do risco de rejeição de um serviço de boa qualidade, a ser assumido pelo executante, conforme a Tabela 1:

Tabela 1 - 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 = n° de amostras; k = coeficiente multiplicador; α = risco do Executante.															

c) As determinações do grau de compactação (GC) devem ser realizadas utilizando-se os valores da massa específica aparente seca de laboratório e da massa específica aparente "in situ" obtida no campo. Devem ser obedecidos os limites seguintes:

- Corpo do aterro: $GC \geq 95\%$, conforme alínea “a” da subseção 5.3.5.
- Camadas finais $GC \geq 100\%$, conforme alínea “b” da subseção 5.3.5.

d) Nas camadas finais de terraplenagem, devem ser feitos controles de deflexão pela Viga Benkelman. A deflexão característica calculada para o segmento a ser aprovado deve ser menor que a deflexão máxima admissível para a camada.

Nota: O executante deve informar previamente à Fiscalização a quantidade de ensaios e determinações que pretende realizar.

7.3 VERIFICAÇÃO DO PRODUTO

7.3.1 Quanto ao controle geométrico:

O controle geométrico de execução dos serviços deve ser feito por levantamento topográfico e com gabarito apropriado e considerando os elementos geométricos estabelecidos nas “Notas de Serviço”, com os quais deve ser feito o acompanhamento da execução dos serviços.

Através da verificação do alinhamento, do nivelamento do eixo e das bordas e de medidas de largura deve ser verificado se foi alcançada a conformação da seção transversal do projeto de engenharia, admitidas as seguintes tolerâncias:

a) Variação máxima da altura máxima de $\pm 0,04$ m, para o eixo e bordas;

b) Variação máxima da largura de + 0,30 m, para a plataforma, não sendo admitida variação negativa.

7.3.2 Quanto ao acabamento e configuração dos taludes:

O controle deve ser visual, considerando o definido no projeto de engenharia e o constante nas subseções 5.3.7 e 5.3.8 da seção 5 desta Norma.

7.3.3 Quanto ao atendimento ambiental:

Deve ser verificado quanto à devida observância e atendimento ao disposto na seção 6 desta Norma, bem como procedida a análise dos resultados alcançados, em termos de preservação ambiental.

7.4 CONDIÇÕES DE CONFORMIDADE E NÃO-CONFORMIDADE

Todos os ensaios de controle e verificação dos insumos, da execução e do produto devem ser realizados de acordo com o Plano da Qualidade, devendo atender às condições gerais e específicas das seções 4 e 5 desta Norma, respectivamente.

Devem ser controlados o valor mínimo para o ISC e para o grau de compactação e o valor máximo para expansão, com valores de k obtidos na Tabela de Amostragem Variável, adotando-se o procedimento seguinte:

Para ISC e GC tem-se:

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

$\bar{X} - ks > \text{valor mínimo admitido}$, aceita-se o serviço.

Para a expansão, tem-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:

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

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

Onde:

Xi - valores individuais;

\bar{X} - média da amostra;

k – coeficiente tabelado, em função do número de determinações (tamanho da amostra);

n – número de determinações (tamanho da amostra)

Os resultados do controle serão registrados em relatórios periódicos de acompanhamento, de acordo com a Norma DNIT 011/2004-PRO, a qual estabelece que sejam tomadas providências para o tratamento das “Não- Conformidades” da Execução ou do Produto.

Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta Norma.

Todo componente ou detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido ou refeito.

Qualquer serviço, então corrigido, só deve ser aceito se as correções executadas o colocarem em conformidade com o disposto nesta Norma, caso contrário o serviço deve ser rejeitado.

8. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Considerando que a medição dos serviços tem como uma de suas finalidades básicas a determinação, de forma racional e precisa, do respectivo custo de execução, a abordagem desta seção comporta dois tópicos específicos, a saber: A “medição propriamente dita dos serviços executados” e a “apropriação do custo da respectiva execução”.

8.1 PROCESSOS DE MEDIÇÃO

Tendo em vista que as medições correspondentes à escavação, carga e transporte dos materiais já foram devidamente focalizadas quando da abordagem da execução dos Cortes e dos Empréstimos, a medição dos aterros comporta, estritamente, a quantificação da compactação, a qual envolve várias operações a saber: a descarga e o espalhamento do material em camadas, o ajuste e homogeneização da umidade do solo, a compactação propriamente dita e o respectivo acabamento do aterro.

8.1.1 Tendo em consideração as características e particularidades inerentes a cada uma das camadas executadas, aceitas em conformidade com a subseção 7.4 desta Norma, os serviços serão medidos em m³, segundo a Nota de Serviço expedida e a seção transversal projetada, separadamente, segundo as alíneas a seguir:

- a) Compactação das camadas do corpo de aterro;
- b) Compactação das camadas finais de aterro;

8.1.2 A cubação dos materiais compactados deve ser efetivada com base no apoio topográfico e referências de nível (RN) integrantes do Projeto de Engenharia, devendo as seções primitivas ser objeto de checagens e dos devidos tratamentos focalizados na subseções 4.2.1, 4.2.2 e 4.2.4 da Norma DNIT 104/2009 - ES - Serviços Preliminares e na subseção 4.2 desta Norma.

Assim, para efeito de cálculo dos volumes deve ser aplicado o método da “média das áreas”, devendo as seções transversais finais a ter lugar após a conclusão do aterro, ser levantadas dentro

de adequado grau de precisão e de forma solidária com os RN's que referenciaram as seções primitivas, bem como aquelas seções transversais levantadas em sequência ao desmatamento, na forma da subseção 4.2 desta Norma, seções transversais estas que passam a ser consideradas como as seções primitivas a serem efetivamente adotadas, para efeito de controle e de medição dos serviços.

Os valores, então obtidos, devem ser cotejados e considerados em função do disposto no projeto de engenharia, em especial as seções transversais definidas, o Diagrama de Bruckner e sua segmentação, na forma da subseção 4.2.7 da Norma DNIT 104/2009 - ES – Terraplenagem - Serviços Preliminares - Especificação de serviço, bem como as tolerâncias assumidas conforme preconizado na seção 7 desta Norma.

8.1.3 Devem ser considerados como integrantes ordinárias, dos processos construtivos pertinentes aos serviços focalizados nesta Norma, as seguintes operações:

- a) As operações referentes ao acabamento final da plataforma e dos taludes.
- b) As operações referentes à preservação ambiental, focalizadas na seção 6 desta Norma.

8.1.4 Na memória de cálculo dos quantitativos pertinentes à execução dos serviços em foco, os serviços executados devem ser objeto de quantificação e apresentação explícita em separado, em função do posicionamento específico da camada de aterro correspondente. Neste sentido, os demonstrativos dos quantitativos de serviços executados, observando o disposto na subseção 8.1.1, devem estar referidos ao estaqueamento do eixo da via em construção e desdobrados em dois conjuntos, na forma que se segue:

- a) Volume de material compactado, constituinte das camadas de corpo do aterro, na forma do constante da subseção 5.3.5 desta Norma e considerando o que dispõe o projeto de engenharia;
- b) Volume de material compactado, constituinte das camadas finais do aterro, na forma do constante da subseção 5.3.5 desta Norma e considerando o que dispõe o projeto de engenharia.

NOTAS:

- Os serviços pertinentes à abertura dos caminhos de serviço que se situam dentro da faixa de “OFFSETS” devem ter seu demonstrativo de cálculo inserido na planilha de Caminhos de Serviço, mas o respectivo quantitativo de serviço estabelecido deve ser agregado ao conjunto referente à alínea “a”, definida nesta subseção 8.1.4.

- O disposto no tópico anterior deve estar devidamente registrado nas Memórias de Cálculo pertinentes às Especificações em foco.

- O Modelo correspondente da Folha de Memória de Cálculo, com respectiva instrução para elaboração, consta no Manual de Implantação Básica, do DNIT.

