



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-
ESTRUTURA DE TRANSPORTES

DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E
PESQUISA

INSTITUTO DE PESQUISAS
RODOVIÁRIAS

Rodovia Presidente Dutra, km 163
Centro Rodoviário – Vigário Geral
Rio de Janeiro – RJ – CEP 21240-330
Tel/fax: (0xx21) 3371-5888

NORMA DNIT 048/2004 – ES

Pavimento rígido – Execução de pavimento rígido com equipamento de fôrma-trilho – Especificação de serviço

Autor: Diretoria de Planejamento e Pesquisa / IPR

Processo: 50.600.004.558/2003-24

Origem: Revisão da norma DNER-ES 326/97

Aprovação pela Diretoria Executiva do DNIT na reunião de 25 / 11 / 2004

Direitos autorais exclusivos do DNIT, sendo permitida reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte (DNIT), mantido o texto original e não acrescentado nenhum tipo de propaganda comercial.

Palavras-chave:

Pavimento rígido, cimento, concreto,
pavimentação, fôrma-trilho, especificação

**Nº total de
páginas**

15

Resumo

Este documento define a sistemática a ser adotada na construção de pavimentos rígidos de concreto de cimento Portland para uso em estradas de rodagem, utilizando equipamento de fôrma-trilho. São também apresentados os requisitos concernentes às condições de execução, inspeção, manejo ambiental e critérios de medição.

Abstract

This document provides the method of constructing rigid pavements of concrete with Portland cement for roads, making use of the rail-form. It includes the requirements of execution, inspection, environmental management and the criteria of measurement.

Sumário

Prefácio.....	1
1 Objetivo.....	1
2 Referências normativas.....	1
3 Definição.....	3
4 Condições gerais.....	3
5 Condições específicas.....	4
6 Manejo ambiental.....	10
7 Inspeção.....	11

8 Critérios de Medição.....	13
-----------------------------	----

Índice Geral.....	14
-------------------	----

Prefácio

A presente Norma foi preparada pela Diretoria de Planejamento e Pesquisa, para servir como documento base na sistemática a ser empregada na construção de pavimentos rígidos de concreto de cimento Portland para uso em estradas de rodagem, utilizando equipamento de fôrma-trilho. Está baseada na norma DNIT 001/2002-PRO e cancela e substitui a norma DNER-ES 326/97.

1 Objetivo

Esta Norma fixa as condições exigíveis para a construção de pavimentos rígidos de concreto simples de cimento Portland, em estradas de rodagem, utilizando processo mecânico com equipamento de fôrma-trilho.

2 Referências normativas

Os documentos relacionados neste item serviram de base à elaboração desta Norma e contêm disposições que, ao serem citadas no texto, se tornam parte integrante desta Norma. As edições apresentadas são as que estavam em vigor na data desta publicação,

recomendando-se que sempre sejam consideradas as edições mais recentes, se houver.

- a) AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. *ASTM C 42-77*: obtaining and testing drilled cores and sawed beams of concrete. In: _____. 1978 Annual book of ASTM standards. Philadelphia, Pa., 1978. v. 14.
- b) _____. *ASTM C 260-77*: air-entraining admixture for concrete. In: _____. 1978 Annual book of ASTM standards. Philadelphia, Pa., 1978. v. 14.
- c) _____. *ASTM C 309-74*: liquid membrane-forming compounds for curing concrete. In: _____. 1978 Annual book of ASTM standards. Philadelphia, Pa., 1978. v. 14.
- d) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 5732*: cimento Portland comum: especificação. Rio de Janeiro, 1991.
- e) _____. *NBR 5735*: cimento Portland de alto-forno: especificação. Rio de Janeiro, 1991.
- f) _____. *NBR 5736*: cimento Portland pozolânico: especificação. Rio de Janeiro, 1991.
- g) _____. *NBR 5738*: moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto: procedimento. Rio de Janeiro, 1994.
- h) _____. *NBR 5739*: concreto – ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994.
- i) _____. *NBR 7211*: agregado para concreto: especificação. Rio de Janeiro, 1983.
- j) _____. *NBR 7212*: execução de concreto dosado em central: procedimento. Rio de Janeiro, 1984.
- k) _____. *NBR 7215*: cimento Portland – determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1996.
- l) _____. *NBR 7480*: bases e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado: especificação. Rio de Janeiro, 1996.
- m) _____. *NBR 7481*: tela de aço soldada – armadura para concreto: especificação. Rio de Janeiro, 1990.
- n) _____. *NBR 7680*: extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto: procedimento. Rio de Janeiro, 1983.
- o) _____. *NBR 11578*: cimento Portland composto: especificação. Rio de Janeiro, 1991.
- p) _____. *NBR 11580*: cimento Portland – determinação da água da pasta de consistência normal: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1991.
- q) _____. *NBR 11581*: cimento Portland - determinação dos tempos de pega: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1991.
- r) _____. *NBR 11768*: aditivos para concreto de cimento Portland: especificação. Rio de Janeiro, 1992.
- s) _____. *NBR 12142*: concreto – determinação da resistência à tração na flexão em corpos-de-prova prismático: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1991.
- t) _____. *NBR 12655*: concreto – preparo, controle e recebimento: procedimento. Rio de Janeiro, 1996.
- u) _____. *NBR 12821*: preparação de concreto em laboratório: procedimento. Rio de Janeiro, 1993.
- v) _____. *NBR NM 47* : concreto – determinação do teor de ar concreto fresco – método pressométrico. Rio de Janeiro, 2002.
- w) _____. *NBR NM 67* : concreto – determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998.

- x) _____. *NBR NM 102*: concreto – determinação da exsudação. Rio de Janeiro, 1996.
- y) DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. _____. *DNER EM 037/1997*: agregado graúdo para concreto de cimento. Rio de Janeiro: IPR, 1997.
- z) _____. *DNER ES 279/1997*: terraplenagem – caminhos de serviço. Rio de Janeiro: IPR, 1997.
- aa) _____. *DNER ES 281/1997*: terraplenagem – empréstimos. Rio de Janeiro: IPR, 1997.
- bb) _____. *DNER ES 299/1997*: pavimentação – regularização do subleito. Rio de Janeiro: IPR, 1997.
- cc) _____. *DNER ES 300/1997*: pavimentação – reforço do subleito. Rio de Janeiro: IPR, 1997.
- dd) _____. *DNER-ISA 07*: impactos da fase de obras rodoviárias – causas / mitigação / eliminação. In: _____. *Corpo normativo ambiental para empreendimentos rodoviários*. Rio de Janeiro, 1996.
- ee) DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. *DNIT 011/2004 – PRO*: gestão da qualidade em obras rodoviárias: procedimento. Rio de Janeiro: IPR, 2004.
- ff) _____. *DNIT 036/2004 – ME*: pavimento rígido – água para amassamento do concreto de cimento Portland – ensaios químicos: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 2004.
- gg) _____. *DNIT 037/2004 – ME*: pavimento rígido – água para amassamento do concreto de cimento Portland – ensaios comparativos: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 2004.
- hh) _____. *DNIT 046/2004 – EM*: pavimento rígido – selante de juntas: especificação de material. Rio de Janeiro: IPR, 2004.
- ii) _____. *DNIT 050/2004 – ME*: pavimento rígido – cimento Portland: especificação de material. Rio de Janeiro: IPR, 2004.
- jj) _____. *DNIT 055/2004 – ME*: pavimento rígido – prova de carga estática para determinação do coeficiente de recalque de subleito e sub-base em projeto e avaliação de pavimento: método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 2004.

3 Definição

Pavimento de concreto simples é o pavimento cuja camada é constituída por placas de concreto de cimento Portland, não armadas ou eventualmente com armadura sem função estrutural, que desempenham simultaneamente as funções de base e de revestimento.

4 Condições gerais

4.1 Sub-base

As placas de concreto deverão assentar sobre uma sub-base, executada com material e espessura definidos no projeto, que não deverá apresentar expansibilidade nem ser bombeável, assegurando às placas um suporte uniforme ao longo do tempo.

4.2 Concreto de cimento Portland para pavimento

A composição do concreto destinado à execução de pavimentos rígidos deverá ser determinada por método racional, conforme as normas NBR 12655 e 12821 de modo a obter-se com os materiais disponíveis, uma mistura fresca de trabalhabilidade adequada ao processo construtivo empregado, e um produto endurecido, compacto e durável, de baixa permeabilidade e que satisfaça às condições de resistência mecânica e acabamento superficial impostas pela especificação, que deve acompanhar o projeto do pavimento.

4.3 Recebimento de materiais

O recebimento e armazenamento na obra, do cimento Portland, agregados e aditivos, deverá ser feito como recomendado nas normas DNER-EM 036 e DNER-EM 037.

5 Condições específicas

5.1 Materiais

5.1.1 Cimento Portland

Os tipos de cimento Portland considerados adequados à pavimentação de concreto simples são: CP-I (Portland Comum – NBR 5732), CP-II (Portland Composto – NBR 11578), CP-III (Portland de Alto Forno – NBR 5735) e CP-IV (Portland Pozolânico – NBR 5736).

Outros tipos de cimento Portland poderão ser empregados desde que devidamente comprovada a sua adequação à obra em questão.

5.1.2 Agregados

Os agregados graúdos e miúdos deverão atender às exigências da norma NBR 7211.

5.1.3 Água

A água destinada ao amassamento do concreto deverá atender os limites máximos indicados a seguir, determinados de acordo com o procedimento apresentado na norma DNIT 036/2004-ME.

pH	Entre 5 e 8
matéria orgânica, expressa em oxigênio consumido	3 mg/l
resíduo sólido	5000 mg/l
sulfatos, expressos em íons SO ₄	600 mg/l
cloretos, expresso em íons Cl	1000 mg/l
açúcar	5 mg/l

Nos casos dúbios para verificar se a água em apreço é prejudicial ao concreto, deverão ser feitos ensaios comparativos de tempo de pega e de resistência à compressão, realizados, respectivamente em pasta e argamassa de cimento, de acordo com a norma DNIT 037/2004-ME.

A água examinada será considerada satisfatória se apresentar os seguintes resultados:

- Tempo de início de pega diferindo de ± 30 min em relação à da pasta preparada com uma água de referência, em ensaio realizado de acordo com as normas NBR 11580 e NBR 11581.
- Resistência à compressão maior ou igual a 85% em relação à da argamassa preparada com a água de referência, em ensaio realizado de acordo com a norma DNIT 037/2004-ME

5.1.4 Aditivos

Os aditivos empregados no concreto poderão ser do tipo plastificante-reductor de água, superplastificante e retardador de pega, desde que atendam à norma NBR 11768.

No caso de ser empregado aditivo incorporador de ar, deverá este aditivo atender aos requisitos gerais da norma NBR 11768 e aos requisitos específicos da norma ASTM-C 260.

A dosagem do aditivo no concreto deverá, em princípio, ser aquela recomendada pelo fabricante, em função da temperatura ambiente, podendo ser alterada para mais ou para menos em função dos efeitos obtidos, tipo de cimento empregado na obra e outras condições. Fixada esta dosagem no início da concretagem ela não deverá ser alterada, a menos que haja modificações significativas nas características dos materiais.

5.1.5 Aço

O aço para as eventuais barras de transferência ou de ligação deverá obedecer à norma NBR 7480.

As barras de transferência deverão ser obrigatoriamente lisas e retas, de aço tipo CA-25.

Nas barras de ligação usa-se o aço CA-50 e admite-se o emprego alternativo do aço CA-25.

As telas soldadas empregadas nas armaduras de combate à fissuração deverão atender à norma NBR 7481.

5.1.6 Material selante de juntas

O material selante poderá ser moldado a quente, moldado a frio ou pré-moldado, e deverá ser de produção industrial, atendendo a norma DNIT 046/2004-EM.

5.1.7 Material para enchimento das juntas de dilatação

Poderão ser empregadas fibras trabalhadas, cortiça, borracha esponjosa, poliestireno ou pinho sem nó devidamente impermeabilizado, como material de enchimento da parte inferior das juntas de dilatação.

5.1.8 Película isolante e impermeabilizante

Como película isolante e impermeabilizante entre a placa do pavimento e a sub-base poderá ser usada:

- a) membrana plástica, flexível, com espessura entre 0,2mm e 0,3mm;
- b) papel do tipo “kraft” betumado, com gramatura mínima igual a 200g/m², contendo uma quantidade de cimento asfáltico de petróleo ou alcatrão não inferior a 60g/m²;
- c) pintura betuminosa, executada com emulsões asfálticas catiônicas de ruptura média, com taxa de aplicação entre os limites de 0,8 l/m² e 1,6 l/m².

5.1.9 Materiais para cura do concreto

Os materiais para cura do concreto poderão ser água, tecido de juta, cânhamo ou algodão, lençol plástico, lençol de papel betumado ou alcatroado e compostos químicos líquidos capazes de formar películas plásticas.

O lençol plástico e o lençol de papel betumado deverão apresentar as mesmas características exigidas para seu emprego como material isolante, definidas no item 5.1.8.

Os compostos químicos líquidos deverão ser à base de PVA ou polipropileno, ter pigmentação branca ou clara e obedecer aos requisitos da norma ASTM-C 309.

Os tecidos deverão ser limpos, absorventes, sem furos, e, quando secos, pesar um mínimo de 200g/m².

5.1.10 Concreto

O concreto do pavimento deverá atender aos requisitos seguintes:

- a) Resistência característica à tração na flexão ($f_{ctM,k}$) definida no projeto ou, então, a resistência característica à compressão axial equivalente (f_{ck}), desde que seja determinada em ensaio a correlação entre estas resistências, utilizando os materiais que efetivamente serão usados na obra:
 - A resistência à tração na flexão será determinada em corpos de prova prismáticos, conforme os procedimentos constantes nas normas NBR 5738 e NBR 12142.
 - A resistência à compressão axial será determinada em corpos-de-prova cilíndricos, conforme os procedimentos constantes nas normas NBR 5738 e NBR 5739.
 - A idade de controle da resistência característica será aquela definida no projeto.
- b) consumo mínimo de cimento:
 - $C_{min} = 320Kg/m^3$.
- c) relação água / cimento máxima:
 - $A/C \leq 0,50 l/Kg$.
- a) abatimento, determinado conforme a norma NBR NM 47:
 - $70mm \pm 10mm$.
- d) a dimensão máxima característica do agregado no concreto não deverá exceder 1/3 da espessura da placa do pavimento ou 50mm, obedecido o menor valor.
- e) teor de ar, determinado conforme a norma NBR 11686:
 - $\leq 0,5\%$.
- f) exsudação, medida conforme a norma NBR NM 102:
 - $\leq 1,5\%$.

5.2 Equipamentos

Os principais equipamentos destinados à execução das placas de concreto do pavimento são:

- a) fôrmas metálicas, para conter o concreto fresco, e ao mesmo tempo, servir como guias para a movimentação das unidades de distribuição e adensamento do concreto, devendo ser montadas sobre rodas.
- b) A superfície que se apóia sobre o terreno terá no mínimo 20cm de largura, nas fôrmas de metal de até 20cm de altura, e largura no mínimo igual à altura, no caso de fôrmas mais altas. As fôrmas devem possuir, a intervalos máximos de 1m, dispositivos que garantam sua perfeita fixação ao solo e posterior remoção, sem prejuízo para o pavimento executado. O sistema de união das fôrmas deve ser tal que permita uma ajustagem correta e impeça qualquer desnivelamento ou desvio;
- c) distribuidora de concreto, regulável e com tração própria, podendo ser constituída de uma caçamba distribuidora de concreto na direção transversal à faixa de concretagem, ou de um cabeçote distribuidor que trabalha sobre um travessão metálico, também transversal à faixa de concretagem;
- d) bateria de vibradores de imersão, com diâmetro externo de no máximo 40mm, e régua vibratória, ambos com frequência igual ou superior a 60Hz (3600rpm);
- e) eixo rotor frontal;
- f) vibro-acabadora de bitola ajustável, com frequência de no mínimo 3500 vibrações/min;
- g) régua alisadora ou acabadora, diagonal ou não, tubular ou oscilante, de bitola ajustável;
- h) perfil metálico tipo “T” para a execução de juntas moldadas;
- i) máquina de serrar juntas com disco diamantado, com diâmetro e espessura apropriados, que possibilitem fazer a

ranhura e o reservatório do selante com as dimensões especificadas em projeto;

- j) ponte de serviço de madeira, de rigidez suficiente para não fletir e de comprimento igual à largura da placa de concreto mais 50 cm;
- k) rolo de cabo longo, preferencialmente de alumínio, com formas arredondadas;
- l) desempenadeira de madeira, com área útil de no mínimo, 450 cm²;
- m) régua para nivelamento, de madeira, de 3 m de comprimento e com rigidez suficiente para não fletir;
- n) vassouras de fios de nylon, com fios suficientemente rígidos para provocar ranhuras na superfície do pavimento, ou tiras de lona de 0,25 m x 4,00 m, para acabamento superficial das placas;
- o) ferramentas com ponta em cinzel, que penetrem nas juntas e vassouras de fios duros para limpeza das juntas;
- p) compressor de ar comprimido com mangueira de 12m de comprimento e 12mm de diâmetro, caso necessário para a limpeza das juntas, dispendo de bocal que possibilite direcionar o jato de ar para dentro da junta;
- q) desempenadeira de borda para acabamento de cantos das juntas moldadas.

NOTA: Todo equipamento a ser utilizado deverá ser vistoriado antes do início da execução do serviço, de modo a garantir condições apropriadas de operação, sem o que não será autorizada a sua utilização.

5.3 Execução do pavimento

5.3.1 Subleito

O subleito deverá ser regularizado segundo o procedimento da Norma DNER-ES 299 e se necessário, reforçado do modo indicado na norma DNER-ES 300.

Concluída a operação de preparo do subleito, este será testado por meio de provas de carga para determinação do coeficiente de recalque (k) conforme a norma DNIT 055/2004-ME, feita aleatoriamente nas bordas e no eixo do futuro pavimento de concreto, no mínimo a cada 100 m, ou nos casos de solos homogêneos, a cada 200 m e nos pontos onde for julgado necessário.

Poderá ser admitido que o controle do coeficiente de recalque seja feito por meio de execução de ensaios de Índices de Suporte Califórnia (ISC), em número estatisticamente significativo, a partir dos quais será avaliado o coeficiente de recalque (k) por meio de curvas de correlação apropriadas.

5.3.2 Sub-base

Será executada de acordo com as especificações estabelecidas pelo DNIT para o tipo projetado, devendo ser mantida sua conformação geométrica até a ocasião da execução do pavimento de concreto.

5.3.3 Assentamento de fôrmas e preparo para a concretagem

As formas serão assentadas de acordo com os alinhamentos indicados no projeto, uniformemente apoiadas sobre o leito e fixadas com ponteiros de aço, de modo a suportar, sem deformação ou movimentos apreciáveis, as solicitações inerentes ao trabalho. O topo das formas deverá coincidir com a superfície de rolamento prevista. O material em que se apóiam deverá estar compactado numa faixa que exceda de 50cm para cada lado a largura da base. Os ponteiros serão espaçados de 1m, no máximo, cuidando-se da perfeita fixação das extremidades adjacentes na junção das formas. Em hipótese alguma será permitido o calçamento transversal das formas que, após niveladas no topo, terão o espaço entre a base e a fundação completamente preenchido com argamassa, de modo a garantir apoio total e contínuo.

O alinhamento e o nivelamento das formas deverão ser verificados e, se necessário, corrigidos antes do lançamento do concreto. Quando se constatar insuficiência nas condições de apoio de qualquer forma, esta será removida e convenientemente reassentada. Depois de fixadas, deverão garantir as cotas de projeto, não se admitindo erros superiores a 3mm, no sentido

vertical, e a 5mm, no alinhamento longitudinal, verificados topograficamente.

Não poderão ser usadas fôrmas torcidas, empenadas ou amassadas e nas curvas de raio inferior a 30m deverão ser usadas fôrmas curvas.

Deverá ser feita a verificação do fundo de caixa, não se admitindo espessura, ao longo de toda a seção transversal, inferior à especificada no projeto.

Caso tenha sido indicada a colocação de película impermeabilizante e isolante sobre a superfície da sub-base, deve ser verificado se esta película está adequadamente esticada e se as emendas são feitas com recobrimentos de, no mínimo, 20cm.

As formas deverão ser untadas de modo a facilitar a desmoldagem

5.3.4 Mistura, transporte, lançamento e espalhamento do concreto

O concreto deverá ser produzido em centrais do tipo gravimétrica, podendo os agregados serem medidos por pesagem acumulada, exceto o cimento, cuja massa deverá ser medida em balança separada. Esta central poderá ser do tipo misturadora ou dosadora, sendo a mistura, nesta última, em caminhões-betoneira. As balanças para pesagem dos materiais deverão ser periodicamente aferidas.

A umidade da areia deverá ser determinada de 2 em 2 horas, ou imediatamente após observada variação notável no abatimento do concreto. No caso do concreto ser fornecido por usina comercial deverão ser atendidas as condições estipuladas na norma NBR 7212.

Os dispositivos para a medição das quantidades de materiais deverão conduzir a erros máximos de 2% para o cimento e agregados e de 1,5% para a água.

O período máximo entre a mistura (a partir da adição da água) e o lançamento deverá ser de trinta minutos, sendo proibida a redosagem sob qualquer forma. Quando for usado caminhão betoneira e houver agitação do concreto durante o transporte e a sua descarga, este período poderá ser ampliado para 90 minutos.

O tempo para lançamento de concreto depende do tempo de início de pega do concreto e da perda significativa da consistência do concreto.

O lançamento do concreto será feito de preferência, lateralmente à faixa de concretagem para evitar o tráfego sobre a sub-base.

Será admitido entretanto o retro lançamento, quando o espalhamento for feito com o cabeçote distribuidor, desde que a sub-base tenha resistência suficiente para o tráfego dos caminhões-basculantes. Estes deverão se mover lentamente para a frente, para não formar grandes pilhas de concreto.

O espalhamento do concreto será executado com os dispositivos apropriados do equipamento e, quando necessário, auxiliado com ferramentas manuais, evitando-se sempre a segregação dos materiais. O concreto deverá ser distribuído em excesso por toda a largura da faixa em execução e rasado a uma altura conveniente para que, após as operações de adensamento e acabamento, qualquer ponto do pavimento tenha a espessura de projeto.

5.3.5 Adensamento do concreto

O adensamento do concreto será feito por vibração superficial, exigindo-se, entretanto, o emprego de vibradores de imersão, sempre que a vibração superficial se mostrar insuficiente (por exemplo, próximo às formas, na execução de juntas), ou quando a espessura do pavimento o exigir.

O acabamento mecânico da superfície será feito imediatamente após o adensamento do concreto.

O equipamento vibro-acabador deverá passar em um mesmo local tantas vezes quantas forem necessárias ao perfeito adensamento do concreto, para que a superfície do pavimento atenda ao greide e ao perfil transversal do projeto.

A verificação da regularidade longitudinal da superfície deverá ser feita por meio de uma régua de 3m de comprimento.

Qualquer variação na superfície superior a 5mm, seja uma depressão ou uma saliência, deverá ser corrigida de pronto, sendo as saliências cortadas e as depressões preenchidas com concreto fresco.

Recomenda-se, quando da passagem final necessária ao perfeito adensamento do concreto, que o equipamento vibro-acabador desloque-se continuamente, sem paradas, pelo menos a uma distância correspondente a duas placas, conforme o

projeto, devendo, para tal, ter sido lançado concreto suficiente, de modo que o ponto de retomada da concretagem esteja situado a menos de 30cm da junta transversal mais próxima.

As superfícies em que se apóia o equipamento vibro-acabador devem ser mantidas limpas, de modo a permitir o perfeito rolamento das máquinas e garantir a obtenção de um pavimento sem irregularidades superficiais.

5.3.6 Acabamento do concreto

Imediatamente após o adensamento, deverá começar a operação de acabamento, que consta, inicialmente, da passagem da régua acabadora em deslocamentos longitudinais, com movimentos de vaivém; em seguida, deverá proceder-se ao acabamento final com movimentos de vaivém, que serão dados com tiras de lona ou com vassouras de fios de nylon, que provocarão ranhuras na superfície da placa.

A tira de lona deve ser aplicada transversalmente num deslocamento de vaivém, enquanto a vassoura deve ser passada na direção transversal à faixa concretada. As ranhuras devem ser contínuas e uniformes ao longo da largura da placa

5.3.7 Identificação das placas

Todas as placas de concreto receberão um número de identificação impresso em um de seus cantos.

5.3.8 Execução das juntas

Todas as juntas devem estar em conformidade com as posições indicadas no projeto, não se permitindo desvios de alinhamento superiores a 5mm.

5.3.8.1 Juntas longitudinais

O pavimento deverá ser executado em faixas longitudinais parciais, devendo a posição das juntas longitudinais de construção coincidir com as de projeto.

Retirada a forma da junta, a face lateral será pintada com material apropriado que impeça a aderência entre a faixa executada e a futura faixa.

5.3.8.2 Juntas transversais

As juntas transversais deverão ser retilíneas em toda a sua extensão, perpendiculares ao eixo longitudinal do pavimento, salvo em situações particulares indicadas no projeto. Deverão ser executadas de modo que as operações de acabamento final da superfície possam processar-se continuamente, como se as juntas não existissem.

A locação das seções onde serão executadas as juntas deverá ser feita por medidas topográficas, devendo ser determinadas as posições futuras por pontos fixos estabelecidos nas duas margens da pista, ou, ainda, sobre as formas estacionárias.

Quando for adotado o processo de abertura de junta por moldagem (ou inserção) a introdução do perfil deve ser feita por vibração, com o concreto ainda fresco e após o acabamento, sendo corrigidas todas as irregularidades provenientes desta operação.

Quando a junta for serrada deverá ser feito um plano para a abertura das juntas, em que a idade do concreto no momento do corte deverá estar entre 6h e 48h.

5.3.8.3 Juntas transversais de construção

Ao fim de cada jornada de trabalho, ou sempre que a concretagem tiver de ser interrompida por mais de 30 minutos, deverá ser executada uma junta de construção, cuja posição deve coincidir com a de uma junta transversal indicada no projeto. Nos casos em que não seja possível o prosseguimento da concretagem até uma junta transversal projetada, será executada, obrigatoriamente, uma junta transversal de construção de emergência, de tipo previsto no projeto.

5.3.8.4 Barras de ligação nas juntas longitudinais

Devem ter o diâmetro, espaçamento e comprimento definidos no projeto e estarem limpas e isentas de óleo ou qualquer substância que prejudique sua aderência ao concreto.

5.3.8.5 Barras de transferências nas juntas transversais

Serão obrigatoriamente lisas e retas, com diâmetro, espaçamento e comprimento definidos no projeto.

Estas barras deverão ter metade do comprimento mais 2cm, pintados e engraxados, de modo a permitir a livre movimentação da junta. Nas juntas de construção que não coincidam com uma junta de contração, a barra não terá trecho pintado ou engraxado.

O capuz que recobre a extremidade deslizante da barra de transferência das juntas de dilatação deve ser suficientemente resistente para não amassar durante a concretagem. A folga entre a extremidade fechada do capuz e a ponta livre da barra, estabelecida no projeto, deverá ser garantida durante a concretagem.

No alinhamento destas barras são admitidas as tolerâncias seguintes:

- a) o desvio máximo das extremidades de uma barra, em relação à posição prevista no projeto, será de $\pm 1\%$ do comprimento da barra;
- b) em pelo menos $2/3$ das barras de uma junta, o desvio máximo será de $\pm 0,7\%$.

5.3.9 Colocação da tela de armação

Nas placas de dimensões irregulares e acima dos padrões normalmente adotados, deverá ser colocada uma tela soldada, cujo tipo será definido no projeto.

Esta tela deve ser colocada a 5cm da superfície do pavimento e no máximo até meia altura da espessura da placa, devendo distar 5cm de qualquer bordo da placa.

5.3.10 Cura do concreto

O período total de cura deverá ser de 7 dias, compreendendo um período inicial de aproximadamente 24 horas, contadas tão logo seja terminado o acabamento do pavimento, seguido de um período final, até o concreto atingir a idade de 7 dias.

No período inicial de cura não será admitido sobre o pavimento qualquer espécie de trânsito. Deve ser empregada a cura química, aplicando-se em toda a superfície do pavimento um composto químico líquido que forma película plástica, à razão de $0,35 \text{ l/m}^2$ a $0,50 \text{ l/m}^2$.

Após o período inicial de cura, a superfície do pavimento deverá ser coberta com qualquer dos produtos mencionados no item 5.1.9 ou combinações apropriadas desses materiais ou outro tipo adequado de proteção,

que evite a exposição do concreto às intempéries e à perda brusca de umidade. Quando a cura se fizer por meio de tecidos, papel betumado ou lençol plástico, deve-se superpor as tiras em pelo menos 10cm. No caso de ocorrer a necessidade da retirada desses materiais de algum local, a sua reposição deverá ser feita dentro de 30 minutos, no máximo.

5.3.11 Desmoldagem

As fôrmas só poderão ser retiradas quando decorrerem pelo menos 12 horas da concretagem. Poderão, entretanto, ser fixados prazos diferentes, para mais ou para menos, desde que o concreto possa suportar sem nenhum dano a operação de desmoldagem e atendendo-se, ainda, a um máximo de 24 horas. Durante a desmoldagem deverão ser tomados os cuidados necessários para evitar o esborcinamento dos cantos das placas.

As faces laterais das placas, ao serem expostas pela remoção das fôrmas, deverão ser imediatamente protegidas por meio que lhes proporcione condições de cura análogas às da superfície do pavimento.

5.3.12 Selagem de juntas

O material de selagem só poderá ser aplicado quando os sulcos das juntas estiverem limpos e secos, empregando-se para tanto ferramentas com ponta em cinzel que penetrem na ranhura das juntas sem danificá-las, vassouras de fios duros e jato de ar comprimido.

O material selante deve ser cautelosamente colocado no interior dos sulcos, sem respingar na superfície, e em quantidade suficiente para encher a junta sem transbordamento. Qualquer excesso deverá ser prontamente removido e a superfície limpa de todo material respingado.

A profundidade de penetração do material selante deverá ser aquela definida no projeto.

6 Manejo ambiental

Os cuidados a serem observados visando a preservação do meio ambiente, no decorrer das operações destinadas à execução do pavimento de concreto são:

6.1 Na exploração das ocorrências de materiais

Atendimento às recomendações preconizadas nas especificações DNER-ES-281, e DNER-ISA 07.

No caso de material pétreo (agregados graúdos), deverão ser tomados os seguintes cuidados na exploração das ocorrências desses materiais:

- a) O material somente será aceito após a Executante apresentar a licença ambiental de operação da pedreira, para arquivamento da cópia da licença junto ao Livro de Ocorrências da Obra;
- b) Evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental;
- c) Planejar adequadamente a exploração da pedreira, de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e a possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- d) Não provocar queimadas como forma de desmatamento;
- e) As estradas de acesso deverão seguir as recomendações da especificação DNER-ES 279;
- f) Deverão ser construídas, junto as instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó-de-pedra eventualmente produzido em excesso ou por lavagem de brita, evitando seu carregamento para cursos d'água;
- g) Caso seja fornecida por terceiros, exigir documentação atestando a regularidade das instalações, assim como sua operação, junto ao órgão ambiental competente;
- h) Caso o licitante opte pela implantação de pedreiras ou areais (indicados ou não em projeto) será de sua responsabilidade e custos a obtenção do licenciamento ambiental junto aos órgãos competentes. Neste caso deverão ser mantidas as características técnicas especificadas em projeto para estes agregados e não serão

admitidos investimentos financeiros aos custos licitados.

6.2 Na execução

Os cuidados para a preservação ambiental, referem-se à disciplina do tráfego e do estacionamento dos equipamentos.

Deve ser proibido o tráfego desordenado dos equipamentos nos caminhos de serviço para evitar danos ao meio ambiente.

7 Inspeção

7.1 Controle dos insumos

No controle de recebimento dos materiais deverão ser adotados os procedimentos recomendados no item 5.1 desta Norma.

7.2 Controle da produção (execução)

Deverão ser realizados no concreto os ensaios relacionados nos itens 7.2.1 e 7.2.2.

7.2.1 Determinação do abatimento do concreto

Deverá ser feita segundo a norma NBR 7223, em amostra coletada de cada amassada (ou betonada).

7.2.2 Determinação da resistência do concreto

7.2.2.1 Resistência de controle

Na inspeção do concreto deverá ser determinada a resistência à tração na flexão na idade de controle fixada no projeto, ou então a resistência à compressão axial, desde que tenha sido estabelecida através de ensaios, para o concreto em questão, uma correlação confiável entre a resistência à tração na flexão e a resistência à compressão axial.

7.2.2.2 Moldagem dos corpos-de-prova

A cada trecho de no máximo 2.500m² de pavimento, definido para inspeção, deverão ser moldados aleatoriamente e de amassadas diferentes, no mínimo, 6 exemplares de corpos de prova, sendo cada exemplar constituído por, no mínimo, 2 corpos de prova prismáticos ou cilíndricos de uma mesma amassada,

cujas dimensões, preparo e cura deverão estar de acordo com a norma NBR 5738.

Na identificação dos corpos de prova deverá constar a data da moldagem, a classe do concreto, a identificação da placa onde foi lançado o concreto (ver 5.3.7 desta Norma) e outras informações julgadas necessárias.

7.2.2.3 Ensaios

Os corpos de prova deverão ser ensaiados na idade de controle fixada no projeto, sendo a resistência à tração na flexão determinada nos corpos de prova prismáticos, conforme a norma NBR 12142, e a resistência à compressão axial nos corpos de prova cilíndricos, de acordo com a norma NBR 5739.

Dos 2 resultados obtidos será escolhido o de maior valor, que será considerado como sendo a resistência do exemplar.

7.3 Controle do produto

7.3.1 Controle geométrico

Durante a execução de cada trecho de pavimento definido para inspeção, procede-se à relocação e ao nivelamento do eixo e dos bordos, de 20m em 20m ao longo do eixo, para verificar se a largura e a espessura do pavimento estão de acordo com o projeto.

Para a verificação da espessura, esta relocação e nivelamento deverão ser feitos nos mesmos pontos, tanto no topo da sub-base (antes da execução do pavimento de concreto), como no topo do pavimento de concreto (após a sua execução).

O trecho de pavimento será aceito quando:

- a) a variação na largura da placa for inferior a $\pm 10\%$ em relação à definida no projeto;
- b) a espessura média do pavimento for igual ou maior que a espessura de projeto e a diferença entre o maior e o menor valor obtido para as espessuras seja no máximo de 1 cm.
- c) Caso a espessura média do pavimento seja inferior à de projeto, deverá ser feita a revisão deste projeto, adotando para o trecho a espessura média determinada e a

resistência característica estimada para o concreto;

- d) Caso o trecho não seja aceito, as partes interessadas poderão tomar uma das decisões citadas no item 7.4.

7.3.2 Controle do acabamento superficial

Após a conclusão de cada trecho de inspeção e autorização para tráfego, deverá este trecho ser avaliado quanto ao conforto e à suavidade ao rolamento, conforme a norma DNIT 063/2004-PRO.

O laudo desta avaliação deverá atribuir ao trecho inspecionado, um conceito sobre a condição geral da estrutura e do comportamento da pavimentação, avaliando os aspectos de integridade, capacidade e regularidade superficial, resistência à derrapagem, potencial de hidroplanagem e outros.

Este conceito será dado por uma nota, entre 0 e 100, sendo aprovados quanto a estes aspectos, somente os trechos que apresentarem nesta avaliação, uma nota igual ou superior a 40.

Caso o trecho não seja aceito, a superfície do pavimento deverá ser reparada ; e isto não for possível, os trechos de considerados com acabamento ruim deverão ser demolidos e refeitos.

7.4 Condições de conformidade e não-conformidade

7.4.1 Resistência do concreto

7.4.1.1 Determinação da resistência característica

A resistência característica estimada do concreto do trecho inspecionado à tração na flexão ou à compressão axial será determinada a partir das expressões:

$$f_{ctM, est} = f_{ctM28} - Ks$$

ou

$$f_{ck, est} = f_{c28} - Ks$$

Onde:

$f_{ctM, est}$ = valor estimado da resistência característica do concreto à tração na flexão;

f_{ctM28} = resistência média do concreto á tração na flexão, na idade de 28 dias;

$f_{ck, est}$ = valor estimado da resistência característica do concreto à compressão axial;

f_{c28} = resistência média do concreto à compressão axial, na idade de 28 dias;

s = desvio padrão dos resultados;

k = coeficiente de distribuição de Student;

n = número de exemplares.

O valor do coeficiente k é função da quantidade de exemplares do lote, sendo obtido na Tabela 1.

Tabela 1 – Coeficiente de distribuição de Student

Amostragem Variável													
n	6	7	8	9	10	12	15	18	20	25	30	32	> 32
k	0,920	0,906	0,896	0,889	0,883	0,876	0,868	0,863	0,861	0,857	0,854	0,842	0,842

7.4.1.2 Aceitação automática

O pavimento será aceito automaticamente quanto à resistência do concreto, quando se obtiver uma das seguintes condições:

$$f_{ctM, est} \geq f_{ctM,k}$$

ou

$$f_{ck, est} \geq f_{ck}$$

7.4.1.3 Verificações suplementares

- a) Quando não houver aceitação automática deverão ser extraídos no trecho, em pontos uniformemente espaçados, no mínimo, 6 corpos de prova cilíndricos de 15 cm de diâmetro, segundo a norma NBR 7680, ou corpos de prova prismáticos, conforme a norma ASTM-C 42, os quais serão ensaiados respectivamente à compressão

axial (norma NBR 5739) e à tração na flexão (norma NBR 12142). Estes corpos de prova devem ser extraídos das placas que apresentarem as menores resistências no resultado do controle.

- b) Com os resultados obtidos nestes corpos de prova será determinada a resistência característica conforme o procedimento indicado no item 7.4.1.1. O trecho será aceito se for atendida a condição exigida no item 7.4.1.2. Caso esta condição não seja atendida deverá ser feita revisão do projeto, adotando para a resistência do concreto do trecho a resistência característica estimada e a espessura média determinada no controle geométrico.
- c) Se o trecho ainda não for aceito deverá ser adotada, de acordo com o parecer da Fiscalização e sem ônus para o Contratante, uma das seguintes decisões:
- aproveitamento do pavimento, com restrições ao carregamento ou ao uso;
 - o pavimento será reforçado;
 - demolição e reconstrução pavimento.

7.4.1.4 Registros

Os resultados dos controles serão analisados e registrados em relatórios periódicos de acompanhamento, de acordo com a norma DNIT 011/2004-PRO, que estabelece os procedimentos para tratamento das não-conformidades dos insumos, da produção e do produto.

8 Critérios de medição

Os serviços conformes serão medidos de acordo com os seguintes critérios:

O pavimento será medido em metros cúbicos de concreto, conforme a seção transversal do projeto. Não serão motivos de medição a mão-de-obra, materiais, equipamentos, transportes, lançamento da mistura, adensamento, acabamento, cura e encargos.

No cálculo dos valores dos volumes serão consideradas as larguras médias obtidas no controle geométrico.

Não serão considerados quantitativos de serviço superiores aos indicados no projeto.

Índice Geral

Abstract	.....	1	Ensaio	7.2.2.3.....	11
Acabamento do concreto	5.3.6.....	8	Equipamentos	5.2.....	6
Aceitação automática	7.4.1.2.....	12	Execução das juntas	5.3.8.....	8
Aço	5.1.5.....	4	Execução do pavimento	5.3.....	6
Adensamento do concreto	5.3.5.....	8	Identificação das placas	5.3.7.....	8
Aditivos	5.1.4.....	4	Índice geral	.....	14
Agregados	5.1.2.....	4	Inspeção	7.....	11
Água	5.1.3.....	4	Juntas longitudinais	5.3.8.1.....	8
Assentamento de fôrmas e preparo para a concretagem	5.3.3.....	7	Juntas transversais	5.3.8.2.....	9
Barras de ligação nas juntas longitudinais	5.3.8.4.....	9	Juntas transversais de construção	5.3.8.3.....	9
Barras de transferência nas juntas transversais	5.3.8.5.....	9	Manejo ambiental	6.....	10
Cimento Portland	5.1.1.....	4	Materiais	5.1.....	4
Colocação da tela de armação	5.3.9.....	9	Materiais para cura do concreto	5.1.9.....	5
Concreto de cimento Portland para pavimento	4.2.....	3	Material para enchimento das juntas de dilatação	5.1.7.....	5
Concreto	5.1.10.....	5	Material selante de juntas	5.1.6.....	5
Condições de conformidade e não-conformidade	7.4.....	12	Mistura, transporte, lançamento e espalhamento do concreto	5.3.4.....	7
Condições específicas	5.....	4	Moldagem dos corpos-de-prova	7.2.2.2.....	11
Condições gerais	4.....	3	Na execução	6.2.....	11
Controle da produção(execução)	7.2.....	11	Na exploração das ocorrências de materiais	6.1.....	10
Controle do produto	7.3.....	11	Objetivo	1.....	1
Controle dos insumos	7.1.....	11	Película isolante e impermeabilizante	5.1.8.....	5
Critérios de medição	8.....	13	Prefácio	.....	1
Cura do concreto	5.3.10.....	9	Recebimento de materiais	4.3.....	4
Definição	3.....	3	Referências normativas	2.....	1
Desmoldagem	5.3.11.....	10	Registros	7.4.1.4.....	13
Determinação da resistência característica	7.4.1.1.....	12	Resistência de controle	7.2.2.1.....	11
Determinação da resistência do concreto	7.2.2.....	11	Resistência do concreto	7.4.1.....	12
Determinação do abatimento do concreto	7.2.1.....	11	Resumo	.....	1
			Selagem de juntas	5.3.12.....	10

Sub-base	4.1;5.3.2	3;7	Tabela 1 - Coeficiente de distribuição de Student	.....	12
Subleito	5.3.1	6	Verificações suplementares	7.4.1.3.....	12
Sumário	.....	1			
