TÍTULO

PAVIMENTO DE CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND SOBRE PLATAFORMA DE TERRAPLENAGEM – MANUAL

ÓRGÃO

DIRETORIA DE ENGENHARIA

PALAVRAS-CHAVE

Pavimento. Concreto. Manual.

APROVAÇÃO	PROCESSO

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT ES-047/2004**. Pavimento Rígido – Execução de pavimento rígido com equipamento de pequeno porte – Especificação de Serviço. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655**. Concreto de Cimento Portland - Preparo, Controle, Recebimento e Aceitação - Procedimento. Rio de Janeiro, 2015.

OBSERVAÇÕES

REVISÃO	DATA	DISCRIMINAÇÃO

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

ÍNDICE

1 OBJETIVO 4
2 DEFINIÇÃO 4
3 MATERIAIS 4
3.1 Cimento 4
3.2 Agregado 4
3.3 Água 4
3.4 Concreto 4
3.5 Aço 5
3.6 Selante e Enchimento de Juntas 5
3.7 Película Isolante e Impermeabilizante 5
3.8 Cura do Concreto 6
4 EQUIPAMENTOS 6
5 EXECUÇÃO 7
5.1 Preparo da Superfície 7
5.2 Assentamento de Formas de Preparo para a Concretagem 7
5.3 Assentamento da Armadura 7
5.4 Transporte, Lançamento, Espalhamento e Adensamento do Concreto 8
5.5 Acabamento Inicial da Superfície 9
5.6 Acabamento Final da Superfície 9
5.7 Execução da Juntas 9
5.8 Cura 11
5.9 Desmoldagem 12
5.10 Selagem de Juntas 12
5.11 Abertura ao Tráfego 12
6 CONTROLE 13
6.1 Controle dos Materiais 13
6.2 Controle Geométrico e de Acabamento 15
6.3 Condições de Segurança 16
7 ACEITAÇÃO 16
7.1 Materiais 16
7.2 Geometria 18
7.3 Juntas 18

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

7.4 Condições de Segurança 19
8 CONTROLE AMBIENTAL 19
8.1 Exploração de Ocorrência de Materiais 19
8.2 Execução 20
9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO 20
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 20
ANEXO A – TABELAS DE CONTROLE 23
ANEXO B – CONTROLE ESTATÍSTICO 28

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

1 OBJETIVO

Definir os critérios que orientam a produção, execução, aceitação e medição dos serviços de pavimento de concreto de cimento Portland sobre plataforma de terraplenagem, executado manualmente em obras rodoviárias com equipamento de pequeno porte e emprego obrigatório de vibradores de imersão e réguas vibratórias, sob a jurisdição do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo – DER/SP.

2 DEFINIÇÃO

Pavimento de concreto simples manual sobre plataforma de terraplenagem, 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, executadas em pontos localizados de pequenas dimensões, tais como: taper, refúgios, pequenos acessos, e serviços semelhantes predominantemente manuais.

3 MATERIAIS

Os principais materiais constituintes do pavimento de concreto são: agregados minerais, cimentos Portland, água e armadura de aço quais devem satisfazer às normas pertinentes e às especificações aprovadas pelo DER/SP.

3.1 Cimento

O cimento empregado deve atender a especificação de material DNER-EM 036/95(1), para recebimento e aceitação do material, e a norma NBR 16697(2) para os requisitos de todos os tipos de cimento Portland.

3.2 Agregado

Os agregados devem ser constituídos de grãos duráveis, limpos, isentos de matéria orgânica, torrões de argila e outras substâncias prejudiciais à hidratação do cimento e devem atender às exigências das normas DNER-EM 037/97(3), DNER-EM 038/97(4) e NBR 7211(5). Os agregados graúdos que podem ser utilizados são: pedra britada, seixo rolado e cascalho.

O agregado miúdo deve ser isento de matéria orgânica, torrões de argila e outras substâncias prejudiciais à hidratação do cimento.

3.3 Água

A água de amassamento deve estar isenta de matéria orgânica ou outras substâncias prejudiciais à hidratação do cimento. Deve atender aos requisitos estabelecidos pela DNER-EM 034/97(6), e NBR 15900-1-11(7).

3.4 Concreto

O concreto empregado na execução do pavimento rígido deve apresentar a resistência característica à tração na flexão ($f_{ctM,k}$) definida no projeto.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

A resistência à tração na flexão deve ser determinada em corpos-de-prova prismáticos, confeccionados e curados, conforme NBR 5738[8] e ensaiados, conforme NBR 12142[9].

Na dosagem racional do concreto também devem ser considerados os requisitos apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Requisitos para a Dosagem do Concreto

Características	Método de Ensaio	Valores Recomendados
Consumo mínimo de cimento	-	350 kg/m3
Relação água/cimento máxima	-	0,50
Agregado graúdo	-	Dimensão máxima característica < 1/3 da espessura da placa de concreto ou 38 mm, obedecido o menor valor
Abatimento	NBR 16889[10]	Abatimento de 80 mm +/- 10 mm (máximo de 90 mm), a ser definido em função do equipamento vibroacabador
Resistência característica à tração na flexão	NBR 12142[9]	≥ a definida em projeto
Teor de ar incorporado	NBR 16887[11]	Inferior ou igual a 4%

3.5 Aço

O aço para as eventuais barras de transferência ou de ligação deve obedecer à norma NBR 7480[12].

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

As barras de ligação devem ser de aço tipo CA-50, obrigatoriamente, não se admitindo aço CA-25 para essa função.

A armadura distribuída descontínua, quando necessária, deverá ser de aço CA-50 ou CA-60.

3.6 Selante e Enchimento de Juntas

O material selante pode ser moldado a frio ou pré-moldado e deve ser de produção industrial, atendendo à especificação DNIT 046/2004-EM[13].

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

3.7 Película Isolante e Impermeabilizante

Como película isolante e impermeabilizante entre a placa de concreto e a sub-base deve ser utilizada a alternativa definida em projeto, sendo:

a) membrana plástica flexível, com espessura entre 0,2 e 0,3 mm;

b) pintura asfáltica executada com emulsão asfáltica catiônica RR-2C, de ruptura média

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

ou rápida, conforme DNIT 165/2013-EM[14], com taxa de aplicação entre os limites de 0,8 l/m² e 1,6 l/m².

O encontro de duas membranas plásticas deve ser feito de modo que se obtenha um recobrimento mínimo de 20 cm.

3.8 Cura do Concreto

Os compostos químicos líquidos devem ter pigmentação branca ou clara e obedecer aos requisitos da norma ASTM C 309[15].

Os materiais para cura complementar à cura química do concreto podem ser água, lençol plástico e geotêxteis.

O lençol plástico deve apresentar as mesmas características exigidas para seu emprego como material isolante.

Os tecidos devem ser limpos, absorventes, sem furos e, quando secos, ter massa mínima de 200 g/m².

4 EQUIPAMENTOS

Antes do início dos serviços todo equipamento deve ser examinado e aprovado pelo DER/SP.

Utilizar central de usinagem de concreto visto que a mistura e o transporte serão feitos em caminhões betoneiras, obrigatoriamente. Poderão ser utilizadas centrais dosadoras e misturadoras de concreto para esse fim, sendo que o transporte e a descarga serão feitos obrigatoriamente por caminhões betoneiras.

Os equipamentos básicos para a execução manual das placas de concreto do pavimento compreendem as seguintes unidades:

a) central de usinagem de concreto ou betoneiras de grande porte;

b) régua vibratória metálica, treliçada ou de perfil metálico, com frequência igual ou superior a 58,3 Hz (3500 rpm);

c) formas metálicas resistentes, para conter o concreto fresco;

d) caminhões betoneiras;

e) máquina de serrar juntas com disco diamantado, com diâmetro e espessura apropriados, que possibilitem fazer a ranhura e o reservatório de selante, com as dimensões especificadas no projeto, autopropelida, com controle automático da profundidade de corte e com potência mínima de 30 HP;

f) ponte de serviço, de madeira ou metálica, de comprimento maior que a largura do pavimento em 50 cm, no mínimo;

g) rodo de corte, de cabo longo articulado, de alumínio, com seção prismática e comprimento mínimo de 3 m, dotado de reservatório de água, para eliminação de ondulações;

h) compressor de ar, com mangueira de, no mínimo, 12 m de comprimento e 12 mm de

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

diâmetro, para a limpeza de juntas;

i) equipamento para aplicação de cura química;

j) ferramentas diversas: como pá e enxadas, desempenadeira metálica de base larga (*floats*), de cabo longo e articulado, desempenadeira metálica ou de madeira, de cabo curto, com área útil de, no mínimo, 450 cm^2 desempenadeira de borda, ferramentas com ponta em cinzel, vassouras de fios de *nylon*, piaçava e metálicos, rolo de alumínio de cabo longo de formas arredondas; duas réguas de madeira ou metal, uma de 1,20 e outra de 3,0 m de comprimento.

Além dos equipamentos acima, podem ser utilizados outros equipamentos, desde que aceitos pela fiscalização.

5 EXECUÇÃO

5.1 Preparo da Superfície

A superfície a receber a camada do pavimento de concreto deve estar perfeitamente limpa e desempenhada, conformada geometricamente, devendo ter recebido a prévia aprovação por parte da fiscalização.

O coeficiente de recalque do conjunto de camadas subjacente à placa de concreto deve ser maior quer o admitido em projeto.

5.2 Assentamento de Formas de Preparo para a Concretagem

As formas devem ser assentadas de acordo com os alinhamentos indicados em projeto, uniformemente apoiadas sobre a camada subjacente e fixadas com ponteiros de aço, de modo a suportarem, sem deformações ou movimentos apreciáveis, as solicitações inerentes ao trabalho.

O alinhamento e o nivelamento das formas devem ser verificados e, se necessário, corrigidos antes do lançamento do concreto.

Por ocasião da concretagem, as formas devem estar limpas e untadas com desmoldantes, a fim de facilitar a desmoldagem.

O filme isolante e impermeabilizante sobre a superfície de apoio, deve estar adequadamente esticado e se as emendas são feitas com recobrimentos de, no mínimo, 20 cm.

5.3 Assentamento da Armadura

5.3.1 Barras de Ligação nas Juntas Longitudinais

Devem ter o diâmetro, espaçamento e comprimento definidos em projeto e devem estar limpas e isentas de óleo ou qualquer substância que prejudique sua aderência ao concreto.

As barras de ligação externas, instaladas ao longo das juntas longitudinais de construção, devem ser previamente assentadas na sub-base, conforme especificado no projeto.

As barras de ligação centrais, instaladas ao longo das juntas longitudinais de articulação,

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

podem ser pré-colocadas manualmente ou pela vibroacabadora, desde que aprovado previamente pela fiscalização, devendo ser obedecidas as posições previstas em projeto.

5.3.2 Barras de Transferência nas Juntas Transversais

Devem ser obrigatoriamente de aço CA-25, lisas e retas, com o diâmetro, espaçamento e comprimentos definidos em projeto.

Admite-se sua instalação previamente assentadas na sub-base, conforme especificado no projeto.

O processo de instalação deve garantir sua imobilidade na posição adequada, mantendo-as paralelas à superfície acabada e ao eixo longitudinal do pavimento.

Essas barras devem ter metade do seu comprimento mais 2 cm, pintados e engraxados, de modo a permitir livre movimentação da junta.

No alinhamento destas barras são admitidas as seguintes tolerâncias:

a) desvio máximo das extremidades de uma barra, em relação à posição prevista no projeto, de ± 1% do comprimento da barra;
b) em pelo menos dois terços das barras de uma junta, admite-se desvio máximo de ± 0,7%.

5.3.3 Tela de Armação

A armadura distribuída descontínua deve estar colocada a 5 cm da superfície, conforme especificado no projeto.

5.4 Transporte, Lançamento, Espalhamento e Adensamento do Concreto

O transporte e o lançamento do concreto serão feitos por caminhões betoneiras. O lançamento do concreto, quando possível, deve ser feito de preferência lateralmente à faixa de concretagem.

O espalhamento do concreto deve ser executado com os dispositivos e equipamentos apropriados e, quando necessário, auxiliado com ferramentas manuais, evitando-se sempre a segregação dos materiais.

Deve ser proibido o uso de vibrador para o espalhamento do concreto.

O concreto deve 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.

O adensamento do concreto deve ser efetuado por vibradores de imersão e pela régua vibratória, com ponteira de diâmetro variando entre 35 a 55 mm em função das dimensões do pavimento a executar. O vibrador deve trabalhar e ser movimentado, sempre que possível verticalmente na massa de concreto, devendo ser introduzido rapidamente e retirado lentamente, revibrando o concreto da região superior do lance subjacente. Os cantos das

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

formas devem ser tratados pelos vibradores de imersão.

5.5 Acabamento Inicial da Superfície

O acabamento da superfície deve ser feito imediatamente após o adensamento do concreto, sendo feito manualmente, com o emprego de desempenadeiras metálicas de cabo longo, de 3 m de comprimento, geralmente de seção retangular, comumente conhecidas como “rodos de corte”, na direção transversal à pista. Na sequência, utilizam-se as desempenadeiras metálicas de base larga (*floats*), para o acabamento final, concomitantemente com as desempenadeiras de cabo curto, tipo “pedreiro”, para acabamentos localizados.

O equipamento alisador-acabador deve propiciar um perfeito acabamento do concreto e para que a superfície do pavimento atenda ao greide e ao perfil transversal do projeto, pronta para o acabamento final.

A ocorrência de depressões no concreto fresco deve ser verificada com o emprego de uma régua de alumínio, lisa e desempenada, de 3 m de comprimento.

As depressões observadas na passagem do alisador-acabador devem ser imediatamente corrigidas com concreto fresco, sendo vedado o emprego de argamassa para esse fim, e o pavimento novamente acabado.

O acabamento manual da superfície deve ser feito à operação da passagem da régua acabadora em deslocamentos longitudinais, com movimentos de vaivém.

5.6 Acabamento Final da Superfície

Quando a superfície se apresentar demasiadamente úmida, o excesso de água deve ser eliminado pela passagem de rodos de borracha. Após estas correções e logo que a água superficial tiver desaparecido, deve-se proceder ao acabamento final.

A realização das ranhuras na superfície do pavimento, que corresponde ao acabamento final da superfície, deve ser feita antes do início do processo de pega do concreto.

A escolha do tipo de dispositivo a ser usado na texturização deve ser prevista em projeto, podendo ser utilizadas vassouras de fios de náilon, de piaçava ou metálicos, ou pentes metálicos para esse fim.

Executado o acabamento final, antes do início do endurecimento do concreto e no caso de adoção do processo de abertura das juntas por moldagem, as peças usadas para tal devem ser retiradas cuidadosamente com ferramentas adequadas e adoçadas todas as arestas, conforme o projeto.

Junto às bordas, o acabamento obtido deve ser igual ao restante da superfície. Qualquer excesso deve ser prontamente removido.

5.7 Execução da Juntas

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

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

juntas devem ser contínuas em todo o seu comprimento.

A locação das seções onde devem ser executadas as juntas deve ser feita por medidas topográficas; devem-se determinar as posições futuras por pontos fixos estabelecidos nas duas margens da pista, ou ainda sobre formas estacionárias.

Deve ser elaborado plano de serragem das juntas transversais e longitudinais, no qual a idade do concreto no momento do corte seja determinada em ensaios de maturidade do concreto, conforme ASTM C 1074[16], de modo que se evitem indesejáveis fissuras fora das juntas. Deve ser definida a faixa de horário ideal para a serragem destas juntas para cada obra em particular, a idade do concreto é função das condições climáticas, tipo de concreto e, principalmente, do tipo de cimento utilizado, o que pode acelerar ou diminuir o tempo de corte. O prazo mínimo normalmente é 6 horas.

5.7.1 Juntas Longitudinais

5.7.1.1 Juntas Longitudinais de Articulação de Seção Enfraquecida

As juntas devem ser serradas no concreto semiendurecido, num prazo máximo de 24 horas após o término do acabamento superficial.

É de fundamental importância que o corte garanta a profundidade da ranhura previsto no projeto.

5.7.1.2 Juntas Longitudinais de Construção

As juntas de construção devem ter a seção transversal definida em projeto, podendo ser de topo ou de encaixe macho-fêmea. A borda da junta deve ser acabada com o emprego de desempenadeiras de bordas curvas.

Devem ser tomados cuidados especiais com as bordas do concreto fresco, evitando-se sempre a ocorrência de abatimento.

Caso o equipamento não seja capaz de executar toda a largura da pista, o pavimento deve ser executado em faixas longitudinais parciais, devendo as posições das juntas longitudinais de construção coincidir com as das longitudinais de projeto.

5.7.2 Juntas Transversais

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

5.7.2.1 Juntas Transversais Serradas

É o processo obrigatório para abertura de juntas; exige um concreto semiendurecido, ao qual se deve aplicar um plano de corte em que a idade do concreto no momento do corte seja entre 6 a 12 horas, a ser verificado experimentalmente.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

O plano de corte deve ser definido pela construtora e aprovado pela fiscalização, para a obra em questão, em vista das condições climáticas, do tipo de concreto aplicado e, principalmente, do tipo de cimento.

As operações de corte devem ser iniciadas o mais cedo possível, sendo que o primeiro corte deve ser realizado com o concreto semiendurecido, de modo que ao se iniciar a serragem não ocorra o esboroamento das bordas da junta.

Caso esse esboroamento ocorra, significa que o concreto ainda se encontra "verde", ou seja, com baixa resistência mecânica. Isso exigirá um tempo de espera entre uma e duas horas, a ser verificado experimentalmente, para que se faça uma nova tentativa de início de serragem.

É necessário dimensionar o número de serras em função de produção diária de concreto.

As juntas devem ser locadas por topografia, devendo ser referidas a pontos fixos nas margens da pista.

As juntas transversais devem ser retilíneas e normais ao eixo longitudinal do pavimento, salvo em situações particulares indicadas no projeto.

Não é permitida, em nenhuma hipótese, a profundidade do corte inferior à especificação em projeto.

Nessa fase, recomenda-se que a profundidade de corte seja verificada com o emprego de gabaritos metálicos ao longo de toda a extensão da junta, ou empelo menos 5 pontos aleatórios em cada placa.

5.7.2.2 Juntas Transversais de Construção

Ao fim de cada jornada de trabalho, ou sempre que a concretagem tiver que ser interrompida por mais de 30 minutos, deve ser executada uma junta de construção cuja posição coincida com a junta transversal indicada no projeto. Nos casos em que não seja possível o prosseguimento da concretagem até uma junta transversal projetada, deve ser obrigatoriamente executada uma junta transversal de construção de emergência, conforme previsto no projeto, com adoção das correspondentes barras de transferência de carga.

Devem ser empregadas fôrmas metálicas, obrigatoriamente, para esse fim.

5.8 Cura

Para a cura do concreto devem ser utilizados produtos químicos capazes de formas película plástica que atendam à norma ASTM C 309[(15)], numa taxa variando entre 035 l/m² e 0,50 l/m², definida pelo fabricante e aprovada pela fiscalização.

A aplicação pode ser realizada manualmente ou com equipamento autopropelido, constituído de bomba e barra espargidora em toda a largura da faixa, devendo ser iniciada logo após o término das operações de texturização, assim que o concreto tenha perdido o brilho superficial e realizado o acabamento final.

As faces da laje a serem expostas pela remoção das formas devem ser imediatamente

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

protegidas, de modo que se proporcionem condições de cura análogas às da superfície do pavimento.

Caso ocorra evaporação da água de amassamento durante a concretagem, deve ser aplicada uma segunda demão de produto químico.

Em condições críticas de ambiência, cura úmida complementar poderá ser utilizada, a critério da fiscalização. A cura complementar deve ser efetuada com aplicação de mantas de geotêxtil, ou similar, mantidas permanentemente umedecidas por, no mínimo, 3 dias sobre a superfície do pavimento acabado. Podem ser usadas, também, lonas plásticas para esse fim, a critério da fiscalização. De qualquer forma, a cura complementar não deve danificar a superfície do pavimento acabado.

5.9 Desmoldagem

As formas podem ser retiradas quando decorrer pelo menos 12 horas da concretagem. A fiscalização pode, entretanto, fixar prazos maiores, até um máximo de 24 horas. Durante a desmoldagem devem ser tomados os cuidados necessários para evitar o esborcinamento dos cantos das placas.

Deve-se iniciar a desmoldagem pela retirada dos ponteiros metálicos, seguida pela libertação das formas. É terminantemente proibido golpes, choques ou batidas com marretas ou similar.

O deslocamento das formas deve ser feito em movimento horizontal.

As faces laterais das placas expostas pela remoção das formas devem ser imediatamente protegidas, de modo a terem condições análogas de cura às do pavimento.

5.10 Selagem de Juntas

Para a aplicação do material de selagem das juntas, limpar as juntas cuidadosamente com a ponta de um cizel, vassouras de fios duros e ar comprimido.

O material de selagem das juntas deve ser aplicado cuidadosamente no interior dos sulcos, sem respingar na superfície, de modo a preencher a junta sem transbordamento. Os excessos devem ser removidos e a superfície limpa de todo material respingado.

A profundidade de penetração do material selante e suas características devem ser definidas no projeto.

5.11 Abertura ao Tráfego

O pavimento pronto só pode ser aberto ao tráfego quando atingida a resistência mínima de aceitação, 28 dias após a concretagem da última placa, e depois de verificado e recebido pela fiscalização.

Quando houver necessidade de se antecipar à abertura ao tráfego, a fiscalização pode autorizá-la desde que as tensões de ruptura dos corpos de prova ensaiados com menos de 28 dias de idade tenham atingido as especificadas com a antecipação pretendida.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

6 CONTROLE

6.1 Controle dos Materiais

6.1.1 Cimento

Todo carregamento de cimento que chegar à obra deve vir acompanhado de certificado de qualidade que ateste que:

- o cimento atende o preconizado na norma de recebimento e aceitação DNER-EM 036/95[(1)];
- atenda aos requisitos para o recebimento do cimento Portland descritos na norma NBR 16697[(2)].

Realizar um ensaio de finura, conforme NBR 11579[(17)], a cada 2.000 m² de camada acabada.

Os materiais utilizados devem ser rotineiramente examinados, mediante a execução dos ensaios/controles.

6.1.2 Água

Deverá ser examinada sempre que houver dúvida sobre a sua sanidade, conforme DNER-EM 034/97[(6)].

A água para uso em concreto deve estar em conformidade com as exigências determinadas na norma NBR 15900-1-11[(7)].

6.1.3 Agregados

Os agregados miúdos e graúdos devem ser amostrados a cada 100 m³ e sempre que houver variação na natureza e procedência dos materiais. Devem ser submetidos aos ensaios especificados na NBR 7211[(5)].

Os agregados devem ser fornecidos ao consumidor em lotes cujas unidades parciais de transporte devem ser individualizadas, mediante uma guia de remessa na qual constem pelo menos os seguintes dados:

a) nome do produtor;

b) proveniência do material;

c) identificação da classificação granulométrica;

d) massa do material;

e) data do fornecimento.

6.1.4 Concreto

O controle das características do concreto na pista deve abranger:

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

MINUTA

a) registro de todo concreto recebido na obra, identificando cada caminhão ou betonada, o volume de concreto e a hora de lançamento. O intervalo de tempo entre a hora de adição de água e o lançamento não deve ser superior a 30 minutos;

- este período pode ser ampliado para 90 minutos quando for usado caminhão betoneira e houver agitação do concreto durante o transporte e a sua descarga, ou quando forem usados aditivos convenientemente dosados e comprovados experimentalmente e através de ensaios laboratoriais. Pode ainda ser utilizada a combinação de uso de aditivos e agitação do concreto durante o transporte em caminhão betoneira.

b) determinação do abatimento do concreto, conforme NBR 16889[10], no máximo igual a 90 mm (a ser definido em função do equipamento vibroacabador), de cada caminhão que chegar à obra, imediatamente antes do lançamento; o material deve ser liberado para lançamento desde que o abatimento esteja compreendido dentro da variação especificada na dosagem do concreto;

c) o teor de ar incorporado, determinado conforme NBR 16887[11], de cada caminhão que chegar à obra, deve ser inferior ou igual a 4%;

d) A resistência característica à tração na flexão ($f_{ctM,k}$) deve ser determinada em corpos de prova prismáticos, conforme os procedimentos constantes nas normas NBR 5738[8] e NBR 12142[9]. A idade de controle da resistência característica deve ser aquela definida no projeto.

e) consumo mínimo de cimento: $C_{mín}$ = 350 kg/m³;

f) relação água/cimento: A/C ≤ 0,50 l/kg;

g) a dimensão máxima característica do agregado no concreto não deve exceder 1/3 da espessura da placa do pavimento e 38 mm, obedecido ao menor valor.

Na moldagem dos corpos-de-prova, para determinação da resistência à tração na flexão, cada amostra é constituída por dois corpos-de-prova moldados na mesma amassada, no mesmo ato, para cada idade de rompimento. Deve-se também correlacionar o número da placa do caminhão, a estaca, o número da placa concretada, com os respectivos corpos-de-prova.

Toma-se como resistência do exemplar, na idade de rompimento, o maior dos dois valores obtidos no ensaio.

Os lotes para determinação da resistência à tração na flexão não deve possuir volume de concreto superior a 500 m³, e devem corresponder a no máximo a uma área pavimentada de 2500 m².

Os lotes devem ser formados de acordo com Tabela 2 e possuir o número mínimo de exemplares indicados.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

Tabela 2 – Lotes e Número Mínimo de Exemplares para a Determinação da Resistência à Tração na Flexão

Vol. Concreto do Lote (m³)	Nº Mínimo de Exemplares
Até 50	10
50 a 200	15
200 a 400	25
400 a 500	32

6.1.5 Aditivos

Os aditivos empregados no concreto podem ser do tipo plastificante-redutor de água, superplastificante e retardador de pega, desde que atendam à norma NBR 11768-1-2[18].

Para cada fornecimento de um tipo de aditivo deve ser constituída uma amostra representativa, a partir da homogeneização de porções retiradas de cada embalagem do lote, e submetida aos ensaios especificados na NBR 11768-1-2[18]. Quando utilizado aditivo incorporador de ar, este também deve atender à norma ASTM C260/C260M-10[19].

A dosagem do aditivo no concreto deve, primeiramente, 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 deve ser alterada, a menos que haja modificações significativas nas características dos materiais.

6.1.6 Aço

O aço utilizado nas barras de transferência e ligação deve ser amostrado e ensaiado conforme estabelecido na NBR 7480[12].

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

As barras de ligação devem ser de aço tipo CA-50, obrigatoriamente, não se admitindo aço CA-25 para essa função.

6.1.7 Selante de Juntas

O material pode ser moldado a frio ou pré-moldado e deve ser de produção industrial. A utilização deste material deve ser feita, conforme projeto, na selagem das juntas deve apresentar certificado que ateste o atendimento da especificação DNIT 046/2004-EM[13].

6.1.8 Cura

Todo carregamento de ligante asfáltico que chegar à obra deve atender aos requisitos estabelecidos na Especificação Técnica do DER/SP do próprio material.

6.2 Controle Geométrico e de Acabamento

O pavimento de concreto acabado deve ter a forma definida pelos alinhamentos, perfis,

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

dimensões e seção transversal estabelecidos pelo projeto.

6.2.1 Controle de Espessura

Durante a execução de cada trecho de pavimento definido para inspeção, correspondente a 5.000 m², procede-se à relocação e ao nivelamento do eixo das bordas, de 20 m em 20 m 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 do pavimento devem ser efetuados nos mesmos pontos a realocação e o nivelamento no topo da sub-base (antes da execução do pavimento de concreto) e no topo do pavimento de concreto (após a execução).

6.2.2 Controle do Alinhamento e Nivelamento

A relocação e o nivelamento do eixo e das bordas devem ser executados a cada 20 m; devem ser nivelados os pontos no eixo, bordas e dois pontos intermediários.

As diferenças de cotas devem ser determinadas pelo nivelamento da seção transversal a cada 20 m, conforme nota de serviço.

6.2.3 Controle das Juntas

Verificação da limpeza, alinhamento, largura e profundidade conforme definido no projeto.

6.3 Condições de Segurança

As condições de segurança do revestimento de concreto de cimento acabado devem ser determinadas por meio de métodos e equipamentos de medida de textura, para avaliação da resistência à derrapagem. Para avaliação desta resistência deve ser utilizado o Ensaio de Mancha de Areia, de acordo com a NBR 16504[(20)], a cada 100 m.

7 ACEITAÇÃO

Os serviços são aceitos e passíveis de medição desde que atendam simultaneamente as exigências de materiais, e de execução, estabelecidas nesta especificação, discriminadas a seguir:

7.1 Materiais

7.1.1 Cimento

O cimento é aceito desde que o certificado de qualidade ateste o atendimento da especificação de material de aceitação e recebimento de cimento, DNER-EM 036/95[(1)], apresente índice de finura satisfatório, e que o material atenda a norma NBR 16697[(2)] - requisitos do cimento Portland.

7.1.2 Água

A água é aceita desde seja isenta de matéria orgânica ou outras substâncias prejudiciais à

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

hidratação do cimento. Quando houver indícios sobre a sanidade da água será aceita desde que atenda as normas DNER-EM 034/97(6) e NBR 15900-1-11(7).

7.1.3 Agregado

Os agregados são aceitos desde que atendam aos requisitos da NBR 7211(5).

7.1.4 Resistência à Tração na Flexão

A cada trecho de, no máximo, 5.000 m² de pavimento ou 1.000 m³ de concreto, definido para inspeção, devem ser moldados, aleatoriamente, no mínimo, 32 exemplares de corpos de prova prismáticos de uma mesma betonada, cujas dimensões, preparo e cura devem estar de acordo com a norma NBR 5738(8), tomando-se como resistência do exemplar o maior dos dois valores obtidos.

Na identificação dos corpos de prova deve constar a data da moldagem, a classe do concreto, a identificação da placa onde foi lançado o concreto e outras informações julgadas necessárias.

Os corpos de prova devem 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(9).

A resistência característica estimada à tração na flexão deve ser determinada na idade definida em projeto, sendo calculadas de acordo com a equação 4 do anexo B. Os lotes serão aceitos desde que:

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

Onde:

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

$f_{ctM,k}$ = resistência característica do concreto à tração na flexão, definida em projeto.

Quando a condição acima não for aceita, devem ser extraídos no trecho, em pontos uniformemente espaçados, no mínimo, 6 corpos de prova prismáticos conforme a norma NBR 5738(8), os quais devem ser ensaiados à tração na flexão conforme a norma NBR 12142(9). Estes corpos de prova devem ser extraídos das placas que apresentarem as menores resistências no resultado do controle.

Com os resultados obtidos nestes corpos de prova deve ser determinada a resistência característica, e verificar se a condição foi atendida.

Se o trecho ainda não for aceito, a parte condenada deve ser demolida e reconstruída;

7.1.5 Aço

As barras de ligação devem ser de aço tipo CA-50, obrigatoriamente, não se admitindo aço CA-25 para essa função.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

A armadura distribuída descontínua, quando necessária, deverá ser de aço CA-50 ou CA-60.

7.1.6 Selante de Juntas

O material utilizado na selagem das juntas é recebido e aceito desde que acompanhado com certificado que atenda à especificação DNIT 046/2004-EM[13].

7.2 Geometria

O pavimento de concreto deve ter a forma definida pelos alinhamentos do eixo e das bordas determinado pelo projeto.

Durante os trabalhos de locação alinhamento e nivelamento das seções deve ser dada especial atenção à colocação das formas.

As tolerâncias quanto ao alinhamento e nivelamento da colocação das formas são:

Para cada 3 m:

- desvios máximos de ± 3 mm nos nivelamentos;
- variação na largura da placa inferior a 1% em relação a de projeto.

Para as placas, as tolerâncias são:

- ± 1,5 mm de desnível entre duas placas;
- ± 5 mm nos alinhamentos.

A tolerância quanto à variação de cotas em relação às previstas no projeto é de ± 15 mm em cada ponto.

As armaduras distribuídas descontínuas devem estar posicionadas verticalmente entre a metade da placa e o seu superior. Para as armaduras, são adotadas as seguintes tolerâncias:

- desvio máximo em relação ao espaçamento indicado no projeto: ± 20 mm.

A tolerância quanto à variação das espessuras das placas de concreto é de ± 1 cm.

Se o trecho não for aceito deve ser adotada, de acordo com a decisão do DER/SP e sem ônus para o contratante, uma das seguintes decisões:

- o pavimento deve ser reforçado;
- o pavimento deve ser demolido e reconstruído.

7.3 Juntas

Todas as juntas longitudinais e transversais devem corresponder às posições exatas indicadas no projeto.

As juntas devem ser contínuas em todo o seu comprimento. Não são permitidos desvios de

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

alinhamento superiores a 5 mm.

7.4 Condições de Segurança

A altura da areia determinada no ensaio de mancha de areia deve apresentar-se no intervalo de 0,6 mm a 1,2 mm, caracterizando uma classe de textura superficial de média a grossa.

8 CONTROLE AMBIENTAL

Os procedimentos de controle ambiental referem-se à proteção de corpos d'água, da vegetação lindeira e da segurança viária. A seguir são apresentados os cuidados e providências para proteção do meio ambiente, a serem observados no decorrer da execução do pavimento de concreto de cimento *Portland* aplicado sobre plataforma de terraplenagem por processo manual.

8.1 Exploração de Ocorrência de Materiais

Devem ser observados os seguintes procedimentos na exploração das ocorrências de materiais:

a) para as áreas de apoio necessárias a execução dos serviços devem ser observadas as normas ambientais vigentes no DER/SP;

b) o material somente será aceito após a executante apresentar a licença ambiental de operação da pedreira e areal;

c) não é permitida a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação permanente ou de proteção ambiental;

d) não é permitida a exploração de areal em área de preservação permanente ou de proteção ambiental;

e) deve-se planejar adequadamente a exploração dos materiais, de modo a minimizar os impactos decorrentes da exploração e facilitar a recuperação ambiental após o término das atividades exploratórias;

f) caso seja necessário promover o corte de árvores, para instalação das atividades, deve ser obtida autorização dos órgãos ambientais competentes; os serviços devem ser executados em concordância com os critérios estipulados pelos órgãos ambientais constante nos documentos de autorização. Em hipótese alguma, será admitida a queima de vegetação ou mesmo dos resíduos do corte: troncos e arvores.

g) deve-se construir, junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água;

h) caso os agregados britados sejam fornecidos por terceiros, deve-se exigir documentação que ateste a regularidade das instalações, assim como sua operação, junto ao órgão ambiental competente;

i) instalar sistemas de controle de poluição do ar, dotar os depósitos de estocagem de agregados de proteção lateral e cobertura para evitar dispersão de partículas, dotar o misturador de sistema de proteção para evitar emissões de partículas para a atmosfera.

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

8.2 Execução

Durante a execução devem ser observados os seguintes procedimentos:

a) deve ser implantada a sinalização de alerta e de segurança de acordo com as normas pertinentes aos serviços;

b) deve ser proibido o tráfego dos equipamentos fora do corpo da estrada para evitar danos desnecessários à vegetação e interferências na drenagem natural;

c) caso haja necessidade de estradas de serviço fora da faixa de domínio, deve-se proceder o cadastro de acordo com a legislação vigente;

d) as áreas destinadas ao estacionamento e manutenção dos veículos devem ser devidamente sinalizadas, localizadas e operadas de forma que os resíduos de lubrificantes ou combustíveis não sejam carreados para os cursos d'água. As áreas devem ser recuperadas ao final das atividades;

e) todos os resíduos de lubrificantes ou combustíveis utilizados pelos equipamentos, seja na manutenção ou operação dos equipamentos, devem ser recolhidos em recipientes adequados e dada a destinação apropriada;

f) é proibido a deposição irregular de sobras de materiais utilizado no pavimento de concreto de cimento Portland, junto ao sistema de drenagem lateral, evitando seu assoreamento, bem como o soterramento da vegetação;

g) é obrigatório o uso de EPI's, equipamentos de proteção individual, pelos funcionários.

9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

O serviço deve ser medido em metro cúbico de concreto da camada acabada, cujo volume será calculado multiplicando a extensão obtida a partir do estaqueamento pela largura da seção transversal e pela espessura de projeto.

O serviço recebido e medido da forma descrita é pago conforme preço unitário contratual respectivo, aplicado o ajustamento de preço quando necessário. Nos preços estão inclusos: o fornecimento de materiais, usinagem, perdas, carga e transporte até os locais de aplicação, descarga, espalhamento, adensamento, acabamento, juntas, cura e proteção; abrangendo inclusive a mão-de-obra com encargos sociais, BDI e equipamentos necessários aos serviços, executados de forma a atender ao projeto e às especificações técnicas.

DESIGNAÇÃO	UNIDADE
23.11.05 – Pavimento de Concreto Sobre Plataforma de Terraplenagem Manual	m^3

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER-EM 036/95 -** Cimento Portland – recebimento e aceitação. Rio de Janeiro, 1995.

2 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16697**. Cimento Portland - Requisitos. Rio de Janeiro, 2018.

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

3 DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER-EM 037/97 –** Agregado graúdo para concreto de cimento. Rio de Janeiro, 1997.

4 ____. **DNER-EM 038/97 –** Agregado miúdo para concreto de cimento. Rio de Janeiro, 1997.

5 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211**. Agregado para concreto- Especificação. Rio de Janeiro, 2022.

6 DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER-EM 034/97 –** Água para argamassa e concreto de cimento Portland. Rio de Janeiro, 1997.

7 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15900-1-11**. Água para amassamento do concreto. Rio de Janeiro, 2009.

8 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738**. Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Rio de Janeiro, 2016.

9 ____. **NBR 12142**. Concreto - Determinação da resistência à tração na flexão em corpos-de-prova prismáticos. Rio de Janeiro, 2010.

10 ____. **NBR 16889**. Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 2020.

11 ____. **NBR 16887**. Concreto - Determinação do teor de ar em concreto fresco - Método pressométrico. Rio de Janeiro, 2020.

12 ____. **NBR 7480**. Aço destinado às armaduras de concreto armado – Requisitos. Rio de Janeiro, 2022.

13 DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 046/2004-EM**. Pavimento rígido – selante de juntas: especificação de material. Rio de Janeiro, IPR, 2004.

14 DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 165/2013-EM** – Emulsão asfáltica para pavimentação – Especificação de material. Rio de Janeiro, 2013**.**

15 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C 309**. Standard Specification for Liquid Membrane-Forming Compounds for Curing Concrete. Philadelphia, 2019.

16 ____. **ASTM C 1074**. Standard Practice for Estimating Concrete Strength by the Maturity Method. Philadelphia, 2021.

17 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11579**. Cimento Portland. Determinação da finura por meio da peneira de 75 micrômetros (número 200). Rio de Janeiro, 2013.

18 ____. **NBR 11768-1-2**. Aditivos para concreto de cimento Portland. Rio de Janeiro, 2019.s

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

19 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C 260/C260M-10**. Standard Specification for Air-Entraining Admixtures for Concrete. Philadelphia, 2016.

20 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16504**. Misturas asfálticas - Determinação da profundidade média da macrotextura superficial de pavimentos asfálticos por volumetria - Método da mancha de areia. Rio de Janeiro, 2016.

_____

/ANEXO A

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

MINUTA

ANEXO A – TABELAS DE CONTROLE

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

1. CONTROLE DOS MATERIAIS				
ENSAIO	**MÉTODO**	**FREQÜÊNCIA**	**CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS**	**ACEITAÇÃO**
1.1 Cimento				
Cimento Portland: todos os tipos Realizar módulo de finura	NBR 11579[17]	a cada 2.000 m² de camada acabada	Resultados Individuais	Atender DNER-EM 036/95[1] NBR 16697[2] Módulo de finura satisfatório
1.2 Água				
Verificação da qualidade	DNER-EM 034/97[6] e NBR 15900-1-11[7].	Sempre que houver dúvida sobre a sua sanidade	Resultados individuais	Ser isenta de teores nocivos de sais, ácidos, álcalis, matéria orgânica ou outras substâncias nocivas e atender DNER-EM 034/97[6] e NBR 15900-1-11[7].
1.3 Agregados				
Agregados miúdos e graúdos, verificação da qualidade e granulometria	NBR 7211[5]	Amostragem a cada 100 m³ e sempre que houver variação da natureza e procedência do material	Resultados individuais	Atender o especificado na norma

/continua

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

/continuação

2. CONTROLE DOS MATERIAIS				
ENSAIO	**MÉTODO**	**FREQÜÊNCIA**	**CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS**	**ACEITAÇÃO**
2.1 Concreto				
Registro de todo concreto recebido na obra, identificando-se cada caminhão, o volume de concreto, a hora de adição de água e a hora de lançamento	-	Todo caminhão	Resultados individuais	O intervalo de tempo entre a hora de adição de água e o lançamento não deve ser superior a 30 minutos
Este período poderá ser ampliado para 90 minutos quando for usado caminhão betoneira e houver agitação do concreto durante o transporte e a sua descarga, ou quando forem usados aditivos convenientemente dosados e comprovados experimentalmente e através de ensaios laboratoriais. Pode ainda ser utilizada a combinação de uso de aditivos e agitação do concreto durante o transporte em caminhão betoneira				
Determinação do abatimento do concreto	NBR 16889(10)	Todo caminhão, imediatamente antes do lançamento	Resultados individuais	Abatimento de 80 mm +/- 10 mm (máximo de 90 mm), a ser definido em função do equipamento vibroacabador
Determinação do teor de ar incorporado	NBR 16887(11)	Todo caminhão	Resultados individuais	inferior ou igual a 4%
Determinação da resistência característica estimada da tração na flexão na idade de controle fixada no projeto	NBR 12142(9)	No mínimo 1 determinação a cada 15m³ de concreto que chegar à obra	Conforme equação 4 do Anexo B Análise de 32 amostras por lote	$f_{ctM,est} \geq f_{ctM,k}$
Na moldagem dos corpos de prova, para determinação da resistência característica estimada à compressão na flexão: - cada amostra será constituída por dois corpos-de-prova moldados na mesma amassada, no mesmo ato, para cada idade de rompimento; - toma-se como resistência da amostra, na idade de rompimento, o maior dos dois valores obtidos no ensaio; - deve-se correlacionar-se o número da placa do caminhão, estaca, número da placa de concretada, com os respectivos corpos-de-prova.				

/continua

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

/continuação

ENSAIO	MÉTODO	FREQÜÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
2.2 Aditivos				
Verificação da qualidade	NBR 11768-1-2[18]	Para cada fornecimento de um tipo de aditivo será constituída uma amostra representativa, a partir da homogeneização de porções retiradas de cada embalagem do lote	Resultados individuais	Atender o especificado na norma
2.3 Aço				
Verificação da qualidade	NBR 7480[12]	Formação de lotes conforme a norma indicada	Resultados individuais	Atender o especificado na norma
2.4 Material Selante de juntas				
Verificação da qualidade	certificado	Todo lote que chegar a obra	Resultados individuais	Atender o especificado na norma DNIT 046/2004-EM[13]

/continua

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

/conclusão

3. CONTROLE GEOMÉTRICO E ACABAMENTO				
ENSAIO	**MÉTODO**	**FREQÜÊNCIA**	**CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS**	**ACEITAÇÃO**
Espessura	medidas altimétricas	O lote deve ser menor que 500m^3 de concreto e não ultrapassar 2.500 m^2 de área pavimentada. No mínimo, 6 medidas por lote.	Média aritmética	A espessura média do lote for maior ou igual à espessura de projeto e a diferença entre o menor e o maior valor obtido para as espessuras seja no máximo de 1 cm
As amostragens devem ser realizadas em pontos representativos e definidos pela fiscalização.				
Alinhamento das formas	Medidas Topográficas	A cada 3 m	Resultados individuais	No máximo ± 5 mm
Nivelamento das formas	Medidas Topográficas	A cada 3 m	Resultados individuais	No máximo ± 3 mm
Placas de Concreto	Medidas Topográficas	Entre duas placas consecutivas	Resultados individuais	- ± 1,5 mm de desnível entre duas placas; - ± 5 mm nos alinhamentos.
Cotas da seção	Medidas Topográficas	A cada 20 m	Resultados individuais	± 15 mm em cada ponto das previstas em projeto.
Juntas	Medidas Topográficas	Aleatório	Resultados individuais	No máximo ± 5 mm
4. CONDIÇÕES DE SEGURANÇA				
Determinar a textura superficial através do ensaio de macha de areia	NBR 1650[20]	Uma determinação por faixa e espaçado no máximo a cada 100 m	Resultados individuais	Altura da areia situada entre 0,6 mm a 1,2 mm

/ANEXO B

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

MINUTA

MINUTA

ANEXO B – CONTROLE ESTATÍSTICO

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.

Tabela B-1 – Controle Estatístico

Parâmetro		
1 - Média aritmética da amostra ($\overline{X}$)	$\overline{f_{ctM,j}}$ ou $\overline{f_{cj}} = \frac{\sum_{i=1}^{N} f_i}{N}$	Onde: f_i = resistência de um determinado exemplar $\overline{f_{ctM,j}}$ = resistência característica média do concreto da amostra à tração na flexão; na idade de j dias; $\overline{f_{cj}}$ = resistência média do concreto da amostra à compressão, na idade de j dias; N = número de amostras K= parâmetro estatístico que varia em função do número de amostras que estão tabelados na tabela B-2 – Valores de K.
2 - Desvio-padrão da amostra (s), da resistência à tração na flexão	$s = \sqrt{\frac{\sum(\overline{f_{ctM,j}} - f_i)^2}{N-1}}$	
3 - Desvio-padrão da amostra (s), da resistência à compressão	$s = \sqrt{\frac{\sum(\overline{f_{cj}} - f_i)^2}{N-1}}$	
4 – Resistência característica estimada do concreto à tração na flexão	$f_{ctM,est} = \overline{f_{ctM,j}} - Ks$	
5 - Resistência característica estimada do concreto à compressão	$f_{ck,est} = \overline{f_{cj}} - Ks$	

Tabela B-2 – Valores K

N	6	7	8	9	10	12	15	18	20	25	30	32	> 32
K	0,920	0,906	0,896	0,883	0,883	0,876	0,868	0,863	0,861	0,857	0,854	0,842	0,842

MINUTA

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte – DER/SP – mantido o texto original e não acrescentando qualquer tipo de propaganda comercial.