TÍTULO

PAVIMENTO DE CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND APLICADO COM FORMAS DESLIZANTES

ÓRGÃO

DIRETORIA DE ENGENHARIA

PALAVRAS-CHAVE

Concreto. Formas Deslizantes. Pavimentação.

APROVAÇÃO	PROCESSO

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

DERSA DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A. **ET-P00/44**. Pavimento de Concreto Simples com Equipamento de Formas Deslizantes. São Paulo, 1997.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT ES-049/2013**. Pavimento Rígido – Execução de pavimento rígido com equipamento de fôrma-deslizante – Especificação de Serviço. Rio de Janeiro, 2013.

OBSERVAÇÕES

REVISÃO	DATA	DISCRIMINAÇÃO

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

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
4.1 Equipamentos para Execução 6
4.2 Equipamentos Complementares 7
5 EXECUÇÃO 8
5.1 Sub-base 8
5.2 Barras de Ligação nas Juntas Longitudinais 8
5.3 Barras de Transferência nas Juntas Transversais 8
5.4 Mistura, Transporte, Lançamento, Espalhamento, Adensamento e Acabamento 9
5.5 Execução de Juntas 12
5.6 Cura 13
5.7 Selagem de Juntas 14
5.8 Abertura ao Tráfego 14
6 CONTROLE 14
6.1 Controle dos Materiais 14
6.2 Controle Geométrico e de Acabamento 17
7 ACEITAÇÃO 19
7.1 Materiais 20
8 CONTROLE AMBIENTAL 21
8.1 Exploração de Ocorrência de Materiais 22
8.2 Execução 22

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.

9 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO 23
9.1 AJUSTAMENTO DE PREÇOS 23
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 24
ANEXO A - TABELAS DE CONTROLE 26
ANEXO B – CONTROLE ESTATÍSTICO 30

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 pavimentos de concreto de cimento Portland aplicado com formas deslizantes em obras rodoviárias, sob a jurisdição do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo – DER/SP.

2 DEFINIÇÃO

Pavimento de concreto simples é o pavimento cuja camada é constituída por placas de concreto de cimento Portland, não armadas, que desempenham simultaneamente as funções de base e de revestimento.

3 MATERIAIS

Os materiais que constituem o concreto do pavimento de concreto de cimento Portland, aplicado com formas deslizantes, devem satisfazer às normas pertinentes e às especificações do 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.

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

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.

na Tabela 1.

Tabela 1 – Requisitos para a Dosagem do Concreto

Características	Método de Ensaio	Valores Recomendados
Consumo mínimo de cimento	-	350 kg/m^3
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 NM 67(10)	Abatimento de no máximo 60 mm, a ser definido em função do equipamento vibroacabador.
Teor de ar incorporado	NBR NM 47(11)	≤ 4%
Resistência característica a tração na flexão mínima	NBR 12142(9)	≥ a definida em projeto

3.4.1 Produção do Concreto

O concreto deve ser produzido em centrais gravimétricas do tipo misturadora e dosadora com capacidade compatível com a necessidade da obra.

3.4.2 Transporte e Lançamento do Concreto

Para o concreto produzido em central dosadora e misturadora, o transporte do concreto deve ser feito em caminhões de caçamba tipo *dumpcrete* ou basculante desde que não provoquem segregação dos componentes do concreto.

3.5 Aço

O aço para as eventuais barras de transferência ou de ligação deve obedecer à NBR 7480(12).

As barras de transferência devem 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, desde que previsto no projeto.

3.6 Selante e Enchimento de Juntas

O material selante deve 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

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.

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

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 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 da execução dos serviços todos os equipamentos devem ser examinados e aprovados DER/SP.

4.1 Equipamentos para Execução

O espalhamento, adensamento e acabamento do concreto devem ser executados com vibroacabadora de formas deslizantes, de bitola regulável e tração própria, constituída fundamentalmente de:

a) estrutura montada sobre chassis e esteiras;

b) bitola regulável de largura variável;

c) dispositivo de distribuição frontal de concreto, abrangendo toda a largura de trabalho, provido de pá-distribuidora inferior ou parafuso de rosca sem fim;

d) dispositivo regularizador do concreto distribuído;

e) sistema vibrador: bateria de vibradores de imersão de alta frequência, superior a 50 HZ, hidráulicos ou elétricos, fixados numa barra de altura adequada, com controle de vibração;

f) régua regularizadora oscilante, pré-acabadora;

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.

g) desempenadeira mecânica ou mesa acabadora;

h) formas-deslizantes;

i) sistema de controle eletrônico para alinhamento e nivelamento da pavimentadora, por meio de linha guia, apoiado lateralmente em hastes metálicas reguláveis para caminho dos apalpadores eletrônicos ou hidráulicos.

4.2 Equipamentos Complementares

a) máquina texturizadora e aplicadora de cura química, dotada de tração própria, montada sobre pneus, provida de bitola regulável, pente de fios metálicos ou náilon e de depósito do produto de cura;

b) 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;

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

d) 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;

e) desempenadeira metálica de base larga, de cabo longo e articulado;

f) desempenadeira metálica ou de madeira, de cabo curto, com área útil de, no mínimo, 450 cm²;

g) régua para nivelamento, de alumínio, com pelo menos 3 m de comprimento;

h) vassouras de fios de náilon ou de fibra de piaçaba, quando a texturização for manual, com fios suficientemente rígidos, para provocar ranhuras na superfície do pavimento;

i) ferramentas com ponta em cinzel, que penetrem nas juntas, e vassouras de fios duros para limpeza das juntas;

j) compressor de ar com mangueira de 12 m de comprimento e 12 mm de diâmetro, caso seja necessário para a limpeza das juntas;

k) desempenadeira de borda;

l) forma metálica para juntas de construção;

m) usina/central de concreto dosadora-misturadora, com capacidade compatível com a necessidade da obra;

n) caminhões basculantes;

o) escavadeira hidráulica giratória para espalhamento do concreto na frente da vibroacabadora de formas deslizantes.

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.

5 EXECUÇÃO

5.1 Sub-base

A conformação geométrica da sub-base deve ser mantida até a ocasião da execução do revestimento de concreto.

A sub-base deve estar nivelada e regularizada, dentro de rigorosas especificações de execução e de controle topográfico, de modo que não interfira na operação da vibroacabadora e na qualidade final do pavimento.

Na colocação de película isolante e impermeabilizante sobre a superfície da sub-base deve-se verificar se a película está adequadamente esticada, tensionada e sem catenárias.

É de fundamental importância verificar sistematicamente o correto alinhamento e nivelamento das linhas sensoras antes do início de cada jornada de trabalho, devendo-se evitar choques ou deslocamentos dessas linhas, para não provocar alterações no nivelamento e no alinhamento do pavimento acabado.

Caso ocorram deslocamentos indesejáveis das linhas sensoras, a concretagem deve ser imediatamente interrompida até que elas sejam reposicionadas, garantindo-se o nivelamento a alinhamento de projeto

5.2 Barras de Ligação nas Juntas Longitudinais

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

As barras de ligação externa, instaladas nas juntas longitudinais de construção, devem ser inseridas preferencialmente de forma automática pela vibroacabadora, devendo ser obedecidas as posições em projeto.

As barras de ligação centrais, instaladas nas juntas longitudinais de articulação, podem ser pré-colocadas manualmente ou pela vibroacabadora, desde que aprovado previamente pela fiscalização, devendo ser obedecidas as posições previstas em projeto.

5.3 Barras de Transferência nas Juntas Transversais

Devem ser obrigatoriamente de aço CA-25, lisas e retas, com diâmetro, espaçamento e comprimento definidos no projeto.

Admite-se sua instalação tanto previamente, por meio de dispositivos de suporte, quanto durante a concretagem, no caso das vibroacabadoras dotadas de insersores automáticos de barras de transferência.

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

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

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.

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%.

5.4 Mistura, Transporte, Lançamento, Espalhamento, Adensamento e Acabamento

O concreto deve ser produzido em centrais do tipo gravimétrica, dosadoras e misturadoras, sendo possível medir os agregados por meio de pesagem acumulada. O cimento deve ter sua massa medida em balança exclusiva.

A central de concreto deve ter capacidade nominal compatível com a vibroacabadora, sendo recomendável que tenha capacidade mínima efetiva de 90 m³ por hora.

As balanças para a pesagem dos materiais devem ser periodicamente aferidas.

A umidade da areia deve ser determinada, no máximo, de 2 em 2 horas, ou imediatamente após observada variação sensível no abatimento do concreto.

O dispositivo para a medição das quantidades de materiais não deve conduzir a erros maiores que 2% para o cimento e agregados e 1,5% para a água.

As centrais de concreto devem produzir mistura homogênea, dispor de descarga sem segregação dos componentes do concreto e ter capacidade que permita continuidade nas operações de concretagem do pavimento.

O período máximo entre a mistura, a partir da adição da água, e o lançamento deve ser de 30 minutos, sendo proibida a redosagem sob qualquer forma; a critério da fiscalização, caso sejam adotadas medidas eficientes de retardamento do início de pega do concreto, poderá ser admitido que o tempo referido seja de até 60 minutos.

O lançamento do concreto deve ser feito, de preferência, por descarga lateral ou frontal ao equipamento vibroacabador, independentemente da largura em que se ajustar o equipamento de formas deslizantes. No caso de descarga frontal, a sub-base deve ter resistência suficiente para suportar o tráfego dos caminhões basculantes sem que sua qualidade seja afetada. Em qualquer dos casos, devem ser formadas pilhas de pequenas alturas, para reduzir o trabalho de espelhamento e evitar a segregação do concreto. Para auxiliar no espalhamento do concreto, reduzir a sua altura na frente da vibroacabadora e agilizar a produção horária da vibroacabadora, é recomendado o uso de escavadeira hidráulica giratória, podendo ser de pneus ou de esteira. A movimentação da escavadeira deve garantir que a sub-base não seja danificada.

No espalhamento do concreto podem ser usadas, além da pá-distribuidora do sistema de formas deslizantes, rosca sem-fim, pá triangular móvel ou caçamba que receba o concreto, distribuindo-o por toda a largura da pista. Essa distribuição deve ter altura uniforme e relevante para a operação de vibração.

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 alimentação do equipamento deve ser contínua, mantendo velocidade constante de operação, evitando, deste modo, interrupções na execução do pavimento que causam desconforto ao tráfego após o endurecimento do concreto. O ponto da retomada da concretagem não deve situar-se a menos de 30 cm da junta transversal mais próxima.

Quando forem realizadas duas ou mais faixas simultaneamente, a execução deve ser realizada de forma cuidadosa de forma que as juntas longitudinais coincidam com as juntas longitudinais de projeto.

O adensamento do concreto é feito por vibradores hidráulicos ou elétricos que integram o equipamento de formas deslizantes, fixados em barras de altura variável que possibilitam executar a pista na espessura projetada. Para garantir a qualidade do adensamento, o equipamento deve possuir cortina metálica que controle o volume do concreto a ser vibrado.

A vibração superficial é feita pela grade ou régua vibratória, colocada imediatamente após os vibradores, sendo necessária uma camada superficial de argamassa para não deixar o agregado graúdo exposto.

A forma final do concreto deve ser dada pelos moldes horizontais e verticais do equipamento vibroacabador, sendo que alguns equipamentos são dotados de mesa acabadora flutuante (*float pan*), ou de réguas metálicas acabadoras oscilantes transversais e longitudinais, ou apenas longitudinais (*auto floats*), deixando-o praticamente acabado.

Deve haver alimentação contínua do equipamento, a fim de manter homogênea a superfície final.

O equipamento vibroacabador deve passar por cada local uma única vez, sem paradas, numa velocidade mínima de 0,7 m/min., ou conforme recomendação do fabricante do equipamento.

Devem ser tomados cuidados especiais com as bordas do concreto fresco, após a passagem do equipamento vibroacabador. Para isso, as características tecnológicas do concreto devem estar adequadas ao processo de execução empregado, principalmente no que se refere à sua consistência, medida pelo ensaio de abatimento do tronco de cone. Nessa etapa é importante o ajuste da frequência e da posição dos vibradores de imersão.

A adequada operação do equipamento e a uniformidade do espalhamento do concreto à frente da máquina, evitando-se a ocorrência de montes de altura muito elevada ou muito variada, também contribuem para a adequação e a constância das bordas. No entanto, devem ser previstas fôrmas metálicas para a contenção das bordas, para os casos fortuitos ou de emergência, de modo que estas, se abatidas, possam ser reparadas manualmente, com o concreto ainda fresco.

Caso ocorra abatimentos constantes das bordas a concretagem deve ser paralisada, até que o problema seja resolvido.

A concretagem não deve ser iniciada na iminência de chuvas. No entanto, caso chuvas inesperadas ocorram, recomenda-se que o concreto fresco seja protegido com lona plástica e que as bordas do pavimento sejam escoradas com formas metálicas, devendo a concretagem ser imediatamente interrompida, criando-se uma junta de construção coincidente com a junta

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.

transversal do projeto.

Caso ocorra algum imprevisto que atrase o lançamento do concreto, provocando ressecamento da argamassa existente sobre a grade vibratória, prejudicando o acabamento da superfície, a concretagem deve ser paralisada e o equipamento deve ser erguido e limpo.

O acabamento do concreto deve ser executado inicialmente pela passagem da régua acabadora longitudinal, mecanizada (*auto float*), acoplada à vibroacabadora, em movimentos de vaivém; alguns equipamentos possuem uma mesa flutuante para esse fim (*float pan*).

Nessa fase devem ser empregadas manualmente desempenadeiras metálicas de cabo longo, de 3 m de comprimento, geralmente de seção retangular, comumente conhecidas como “rodo 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.

A ocorrência de depressões no concreto fresco deve ser verificada com o emprego da régua de alumínio, lisa e desempenada, de 3 m de comprimento. Qualquer depressão encontrada deve ser imediatamente preenchida com concreto fresco e o pavimento novamente acabado com as desempenadeiras metálicas.

Quando a superfície se apresentar demasiadamente úmida, o excesso de água deve ser eliminado pela passagem de rodos de borracha.

Estes acertos devem ser executados com auxílio de pontes de serviço não apoiadas no concreto fresco, para permitir o trânsito dos operários sem atingir a superfície ainda fresca do pavimento. Após estas correções, e logo que a água superficial desaparecer, procede-se ao acabamento final.

No acabamento final são introduzidas ranhuras na superfície do pavimento, aumentando sua aderência com os pneumáticos dos veículos. Esta operação deve ser realizada imediatamente após a perda do brilho superficial do pavimento acabado.

A escolha do tipo de dispositivo a ser usado nesta operação deve ser prevista no projeto, em função das condições atmosféricas, do tipo e das características das solicitações, da topografia e da geometria do pavimento.

Nos pavimentos a serem construídos em áreas críticas, por exemplo, com curvas acentuadas e interligações, é necessário incrementar a segurança à derrapagem. Para tal, deve-se obrigatoriamente adotar dispositivos que aumentem significativamente a superfície de contato dos pneumáticos com o pavimento. Em tais casos, recomenda usar pela ordem decrescente de eficácia:

a) pentes de fios metálicos;

b) vassouras de fios metálicos;

c) vassouras de fios de náilon;

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.

d) vassouras de piaçava.

Junto às bordas, o acabamento obtido deve ser igual ao do restante da superfície. Qualquer defeito deve ser prontamente reparado.

Não são admitidas variações na superfície acabada superiores a 5 mm. As verificações devem ser efetuadas com uma régua de alumínio de 3 m de comprimento.

5.5 Execução de 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 juntas devem ser contínuas em todo o seu comprimento.

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 as 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.

5.5.1 Juntas Longitudinais

5.5.1.1 Juntas Longitudinais de Articulação de Seção Enfraquecida

As juntas devem ser serradas no concreto semi-endurecido, 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.

5.5.1.2 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 de fôrmas deslizantes 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.

5.5.2 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

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.

continuamente, como se as juntas não existissem.

5.5.2.1 Juntas Transversais Serradas

É o processo obrigatório para abertura de juntas; exige um concreto semi-endurecido, 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.

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 semi-endurecido, 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 em pelo menos 5 pontos aleatórios em cada placa.

5.5.2.2 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 formas metálicas, obrigatoriamente, para esse fim.

5.6 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 0,35 l/m² e 0,50

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

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 laterais das placas que estiverem expostas devem ser imediatamente protegidas por meio que lhes proporcione condições 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.

5.7 Selagem de Juntas

Para a aplicação do material de selagem das juntas, limpar as juntas cuidadosamente com a ponta de um cinzel, 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.

5.8 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 pela fiscalização.

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

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:

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

- 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:

a) 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. O intervalo de tempo entre a hora de adição de água e o lançamento não deve ser superior a 30 minutos;

b) este período pode ser ampliado para 90 minutos quando for usado caminhão betoneira e quando houver agitação do concreto durante o transporte e sua descarga, ou ainda quando forem usados aditivos convenientemente dosados e comprovados

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.

experimentalmente através de ensaios laboratoriais. Pode também ser utilizada a combinação de uso de aditivos e agitação do concreto durante o transporte em caminhão betoneira.

c) determinar o abatimento do concreto, conforme NBR NM 67[10], no máximo igual a 60 mm (a ser definido em função do equipamento vibroacabador), de cada caminhão que chegar à obra, imediatamente antes do lançamento; o material será liberado para lançamento desde que o abatimento esteja compreendido dentro da variação especificada na dosagem do concreto e seja compatível com equipamento utilizado;

d) determinar o teor de ar incorporado, conforme NBR NM 47[11], que deve ser inferior ou igual a 4%;

e) 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.

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

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

h) 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 deve ser constituída por dois corpos-de-prova moldados na mesma amassada, no mesmo ato, para cada idade de rompimento. Deve-se também, deve-se 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.

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[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[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

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.

estabelecido na NBR 7480[12].

As barras de transferência devem 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, desde que previsto no projeto.

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 especificado em projeto na selagem das juntas deve ser amostrado e ensaiado conforme estabelecido na 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

6.2.1 Controle de Espessura e Cotas

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).

Quanto à geometria, o trecho de pavimento pode ser aceito quando:

a) a variação na largura da placa for inferior a 1% em relação à definida no projeto;

b) a espessura média do pavimento for igual ou maior que a espessura de projeto e nenhum valor individual for inferior à espessura do projeto menos 1 cm.

6.2.2 Controle do Alinhamento

A verificação do eixo e das bordas deve ser feita durante os trabalhos de locação e nivelamento nas diversas seções correspondentes às estacas da locação.

6.2.3 Controle da Irregularidade Longitudinal

O equipamento indicado para a determinação da irregularidade longitudinal é o Perfilógrafo Califórnia, que permite o registro do perfil longitudinal do pavimento e o cálculo do Índice de Perfil (IP). O pavimento pode ser aceito quanto a irregularidade longitudinal quando o IP médio for igual ou inferior a 240 mm/km.

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.

Se um Índice de Perfil médio de 240 mm/km for exercido em alguma operação diária de pavimentação, as operações de pavimentação devem ser suspensas e não deve ser permitido recomeçar até que ações corretivas sejam feitas pelo contratado.

Opcionalmente, o acabamento longitudinal da superfície pode ser verificado por aparelhos medidores de irregularidade do tipo resposta (DNER-PRO 182/94[20] e DNER-PRO 164/94[21]). Nesse caso, o Quociente de Irregularidade (QI) deve apresentar valor inferior ou igual a 35 contagens por quilômetros (IRI ≤ 2,7 m/km).

Outro dispositivo equivalente para esta finalidade pode ser empregado, desde que previamente aprovado pelo DER/SP.

6.2.3.1 Metodologia de controle da irregularidade longitudinal de pavimentos rígidos

A irregularidade longitudinal do pavimento deve ser determinada pela utilização e operação de um perfilógrafo sobre cada faixa de tráfego. O acabamento da superfície do pavimento deve ser avaliado e corrigido quanto a irregularidade como exposto a seguir.

O Índice de Perfil deve ser determinado utilizando-se um perfilógrafo do tipo “Califórnia”. A força motriz do perfilógrafo pode ser manual ou composta de unidade propulsora acoplada ao conjunto. O perfilógrafo deve ser movido longitudinalmente ao longo do pavimento com velocidade não superior a 5 km/h.

O levantamento do perfil deve ser interrompido a 4,5 m de cada pavimento de ponte ou pavimento existente.

Os perfis dos pavimentos devem ser obtidos:

- a 90 cm de cada borda do pavimento, e paralelamente a elas, para pavimentos com 3,65 m de largura ou menos;
- Quando os pavimentos forem construídos com larguras maiores do que 3,65 m, o perfil deve ser obtido a cada 90 cm de cada borda do pavimento ou junta longitudinal planejada, e paralelamente a elas;
- perfis adicionais podem ser obtidos a critério da fiscalização;

Durante as operações iniciais de pavimentação, tanto no começo ou após longo período de paralisação, a superfície do pavimento deve ser avaliada com o perfilógrafo tão logo o concreto esteja curado o suficiente para permitir a avaliação. A membrana de cura danificada durante as operações de avaliação deve ser reparada, sem ônus ao contratante, pela contratada, conforme orientação da fiscalização.

Quando a irregularidade for satisfatória, isto é, apresentar IP ≤ 25,4cm/1,61 km, a contratada pode prosseguir com as operações de pavimentação.

Após os testes iniciais, os perfis devem ser levantados para trechos correspondentes a um dia de pavimentação, e antes do prosseguimento da pavimentação do trecho subsequente.

Um dia de pavimentação é definido como trecho com no mínimo 161 m de pavimento construído, com sua largura total, no mesmo dia. Se menos do que 161 m for pavimentado

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.

em um dia, a produção do dia deve ser agrupada com a produção do dia seguinte.

Quando a superfície apresentar índice de perfil médio superior a 38,1 cm para cada 1,61 km em alguma operação diária de pavimentação, as operações de pavimentação devem ser suspensas e não é permitido a retomada da pavimentação até que ações corretivas sejam feitas pela contratada. No reinício dos trabalhos deve-se avaliar o perfil do pavimento de modo análogo ao início dos trabalhos.

Para determinação das seções do pavimento onde trabalhos corretivos ou ajustamentos de pagamento sejam necessários, o pavimento deve ser avaliado em seções de 161 m. Dentro de cada seção de 161 m, todas as áreas representadas por pontos altos contendo desvios em excesso a 1,0 cm em 7,62 m (0,4 polegadas em 25 pés) ou menos deverão ser corrigidas pela contratada.

Após a correção dos desvios individuais em excesso a 1,0 cm em 7,62 m (0,4 polegadas em 25 pés), ações corretivas devem ser tomadas para reduzir o índice de perfil médio para 25,4 cm em cada 1,61 km (10 polegadas por milha) ou menos. Qualquer seção de 161 m com índice de perfil inicial superior a 38,1 cm em cada 1,61 km (15 polegadas por milha), deve receber trabalhos corretivos ou até mesmo demolição.

Esses pontos são fornecidos automaticamente pelo perfilógrafo. Nas seções submetidas às correções o pavimento deve ser avaliado, após as correções, para verificar se estas correções produziram um índice de perfil de 25,4 cm em cada 1,61 km, ou menos.

As correções devem ser feitas utilizando-se aparelhos de corte aprovados ou reconstrução do pavimento como orientado pela fiscalização. Marteletes ou outros equipamentos de impacto não são permitidos. Os trabalhos de correção devem ser feitos por conta do contratado.

Onde as correções forem realizadas o contratado deve reestabelecer a textura da superfície para proporcionar uma textura uniforme equivalente em regularidade à do pavimento vizinho não corrigido. Este trabalho deve ser feito às expensas do contratado.

Os trabalhos corretivos devem estar finalizados antes da determinação da espessura do pavimento.

6.2.4 Condições de Segurança

As condições de segurança devem ser determinadas pela macrotextura do revestimento, conforme ASTM E 965-15[22], através de ensaios de mancha de areia, espaçados 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:

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.

7.1 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 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

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.

ASTM C42/C42M[23], 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 Geometria

O pavimento é aceito quanto à espessura e alinhamento desde que atenda as seguintes condições:

a) a diferença entre os valores individuais das espessuras seja de no máximo 1 cm;
b) a espessura média do lote deve ser maior ou igual à espessura da placa definida no projeto;
c) a variação na largura da placa for inferior a 1% em relação a de projeto.

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.

7.1.6 Irregularidade Longitudinal

A superfície deve apresentar uma superfície de rolamento com índice de perfil de 25,4 cm por 1,61 km ou menos. Quando os índices de perfis ultrapassarem este limite, deve-se proceder como descrito no item 6.2.3. Todas as correções necessárias devem ser executadas pela contratada, sem ônus a contratante. Em hipótese alguma são aceitas seções com IP > 38,5 cm por 1,61 km.

O Quociente de Irregularidade deve apresentar valor inferior ou igual a 35 contagens por quilômetro (IRI ≤ 2,7 m/km).

7.1.7 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 com formas deslizantes.

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.

8.1 Exploração de Ocorrência de Materiais

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

a) para as áreas de apoio necessárias à 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.

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

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.

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, 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.

9.1 AJUSTAMENTO DE PREÇOS

Quando o índice de perfil for maior que 17,8 cm (7 polegadas) mas não excede a 25,4 cm por 1,61 km por seção de 161 m (10 polegadas por milha por seção de 0,1 milha), o pagamento será feito pelo preço unitário do contratado para o pavimento completo.

Quando o índice de perfil excede a 38,1 cm por 1,61 km por seção de 161 m (15 polegadas por milha por seção de 0,1 milha), o pavimento será reparado ou reconstruído.

Se o índice de perfil for superior a 25,4 cm por 1,61 km, por seção de 161 m , for aceito deve-se aplicar o ajustamento de preço conforme discriminado na Tabela 2.

Tabela 2 – Tabela de Ajustamento de Preços

Índice de Perfil (IP)						Ajustamento de Preço
Polegadas por milha por seção de 0,1 milha			Centímetros por 1,61 km por seção de 161 metros			Porcentagem do preço unitário oferecido do pavimento
7	< IP ≤	10	17,78	< IP ≤	25,40	100
10	< IP ≤	11	25,40	< IP ≤	27,94	98
11	< IP ≤	12	27,94	< IP ≤	30,48	96
12	< IP ≤	13	30,48	< IP ≤	33,02	94
13	< IP ≤	14	33,02	< IP ≤	35,56	92
14	< IP ≤	15	35,56	< IP ≤	38,1	90
IP	>	15	IP	>	38,1	trabalhos corretivos ou demolição

A tabela de ajustamentos de preços para pagamento de 100% ou pagamentos reduzidos aplica-se à seções de pavimentos onde trabalhos corretivos estejam completos.

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 preço unitário ajustado oferecido é calculado usando-se a espessura planejada de concreto de cimento Portland do pavimento. Esse preço unitário é aplicado na área total da seção de 160,9 m (0,1 milha) para a largura de faixa representada pelo perfilógrafo

O serviço recebido e medido da forma descrita deve ser pago conforme preço unitário contratual respectivo, aplicado o ajustamento de preço quando necessário. No preço 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
23.11.04.01 – Pavimento de concreto – aplicação com formas deslizantes	m³

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.

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, 2019.

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 ____. **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 NM 67**. Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1996.

11 ____. **NBR NM 47**. Concreto - Determinação do teor de ar em concreto fresco - Método pressométrico. Rio de Janeiro, 2002.

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.

12 ____. **NBR 7480**. Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado. Rio de Janeiro, 2008.

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, 2019.

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**. Aditivos para concreto de cimento Portland. Rio de Janeiro, 2019.

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

20 DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER-PRO 182/94**. Medição da irregularidade de superfície do pavimento com sistemas integradores IPR/USP e maysmeter. Rio de Janeiro, 1994.

21 ____. **DNER-PRO 164/94**. Calibração e controle de sistemas medidores de irregularidade da superfície de pavimento (Sistemas Integradores IPR/USP e Maysmeter). Rio de Janeiro, 1994.

22 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM E 965-15**. Standard Test Method for Measuring Pavement Macrotexture Depth Using a Volumetric Technique. Philadelphia, 2015.

23 ____. **ASTM C42/C42M**. Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete. Philadelphia, 2012.

_____

/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**	**FREQUÊNCIA**	**CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS**	**ACEITAÇÃO**
1.1 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 NM 67[10]	Todo caminhão, imediatamente antes do lançamento	Resultados individuais	Compreendido no intervalo estabelecido na dosagem e que seja compatível com o equipamento
Determinação do teor de ar incorporado	NBR NM 47[11]	Todo caminhão	Resultados individuais	≤ 4%
Determinação da resistência característica estimada na flexão na idade de controle fixada no projeto	NBR 12142[9]	No mínimo 1 determinação a cada 15m^3 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

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

/continuação

ENSAIO	MÉTODO	FREQUÊNCIA	CÁLCULOS ESTATÍSTICOS OU VALORES INDIVIDUAIS	ACEITAÇÃO
1.2 Aditivos				
Verificação da qualidade	NBR 11768[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
1.3 Aço				
Verificação da qualidade	NBR 7480[12] e	Formação de lotes conforme as normas indicadas	Resultados individuais	Atender o especificado na norma
1.4 Material Selante de juntas				
Verificação da qualidade	DNIT 046/2004-EM[13]	Formação de lotes conforme as normas indicadas	Resultados individuais	Atender o especificado na norma

/continua

MINUTA

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

/conclusão

2. CONTROLE GEOMÉTRICO E ACABAMENTO				
ENSAIO	**MÉTODO**	**FREQUÊNCIA**	**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. As medidas devem ser realizadas em pontos representativos, e definidos pela fiscalização	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
Alinhamento	Medidas de trena	A cada 20 m	Resultados individuais	No máximo ± 5 mm
Irregularidade longitudinal	Perfilográfo Califórnia	Em cada faixa de tráfego, diariamente, tão logo o concreto esteja curado o suficiente para permitir a avaliação. Os perfis dos pavimentos serão obtidos a 90 cm de cada borda do pavimento, e paralelamente a elas, para pavimentos construídos com 3,65 m de largura ou menos. Quando os pavimentos forem construídos com larguras maiores do que 3,65 m, o perfil será obtido a 90 cm de cada borda e da locação aproximada de cada junta longitudinal planejada, e paralelamente a elas.	Resultados Individuais por trecho	IP ≤ 25,4 cm por 1,61 km
3. CONDIÇÕES DE SEGURANÇA				
Determinar a macrotextura através do ensaio de macha de areia	ASTM E 965-15[22]	Uma determinação a cada 100 m	Resultados individuais	Altura da areia situada entre 0,6 mm a 1,2 mm

/ANEXO B

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade.

MINUTA

ANEXO B – CONTROLE ESTATÍSTICO

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade 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 simples	$f_{ck,est} = \overline{f_{cj}} - Ks$	

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

Esta folha é de propriedade do DER/SP e seu conteúdo não pode ser copiado ou revelado a terceiros. A aprovação deste documento não exime o Emitente de sua responsabilidade comercial.