



1. DEFINIÇÃO

É a camada de concreto de cimento Portland constituída de placas de concreto, não armadas ou eventualmente com armaduras sem função estrutural, que desempenha simultaneamente as funções de base e de revestimento, sendo classificados em:

- Concreto de cimento Portland com equipamento formas deslizantes.
- Concreto de cimento Portland com equipamento de pequeno porte.
- Concreto de cimento Portland com equipamento forma trilho.

2. MATERIAL

2.1 CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND COM EQUIPAMENTO FORMAS DESLIZANTES

2.1.1 CIMENTO PORTLAND

Poderá ser de qualquer tipo, desde que satisfaça as exigências específicas da norma DNER-EM 036/95, para o tipo de cimento empregado.

2.1.2 AGREGADOS

Os agregados miúdo e graúdo deverão atender as exigências das normas DNER-EM 37/97 e DNER-EM 038/97, respectivamente.

2.1.3 ÁGUA

A água de amassamento deverá atender as exigências da norma DNER-EM 034 e os limites a seguir:

- PH entre 5 e 8.
- Material orgânico expresso em oxigênio consumido: 3mg/l.
- Resíduo sólido: 5.000 mg/l.
- Sulfatos expressos em íons SO₄: 600 mg/l
- Cloretos expressos em íons CL: 1.000 mg/l
- Açúcar: 5mg/l

2.1.4 ADITIVOS

Os aditivos empregados poderão ser do tipo plastificantes ou redutor de água, retardor de pega ou incorporador de ar, obedecendo as recomendações do fabricante e/ou especificações fixadas em projeto.

2.1.5 AÇO

O aço para eventuais barras de ligação ou transferência, deverá obedecer à especificação DNER-EM 374/97 e ABNT (NBR-7480/96 EB-3). As barras de transferência deverão ser



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

2.1.6 TELA SOLDADA

Deverão atender a norma ABNT (NBR-7481/90 EB-565), sendo usadas no combate a fissuração.

2.1.7 MATERIAL SELANTE DE JUNTAS

Poderá ser moldado a quente, moldado a frio ou pré-moldado, devendo ser de produção industrial.

2.1.8 MATERIAL PARA ENCHIMENTO DAS JUNTAS DE DILATAÇÃO

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

2.1.9 PELÍCULA ISOLANTE E IMPERMEÁVEL

Como película impermeabilizante entre a placa do pavimento e a sub-base, poderão ser usadas:

- Membrana plástica, flexível com espessura entre 0,2mm a 0,3mm;
- Papel tipo “KRAFT” betumado, com gramatura mínima igual a 200g/m², contendo uma quantidade de cimento asfáltico de petróleo, ou alcatrão, não inferior a 60g/m²;
- Pintura betuminosa executada com emulsão asfáltica catiônica de ruptura média, com taxa de aplicação entre 0,8 l / m² a 1,6 l / m².

2.1.10 MATERIAL PARA CURA

Os materiais empregados na cura do concreto poderão ser:

- Água;
- Tecido de juta;
- Cânhamo ou algodão;
- Lençol plástico;
- Lençol de papel betumado ou alcatroado;
- Compostos químicos líquidos, capazes de formar películas plásticas;

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

O lençol plástico e o lençol de papel betuminado (ou alcatroado) deverão apresentar as mesmas características exigidas para seu emprego como material isolante.

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



2.1.11 CONCRETO

O concreto do pavimento deverá atender as seguintes características:

- Resistência característica à tração na flexão ($F_{ctm;K}$): obedecer o valor definido em projeto, ou equivalente resistência característica a compressão axial (f_{ck}); desde que determinada em ensaio a correlação entre estas resistências, utilizando materiais que efetivamente serão usados na obra.
- Consumo mínimo de cimento: 320 kg/m³
- Relação água cimento: $\leq 0,55$
- Abatimento máximo: determinado conforme a norma ABNT (NBR-NM 67/98), sendo que nos concretos com abatimento menor que 0,002m a consistência deverá ser determinada com consistômetro Vebê, conforme DNER-ME 094/94.
- A dimensão máxima característica do agregado no concreto não deverá exceder a $\frac{1}{4}$ da espessura da placa do pavimento ou 50mm, obedecido o menor valor.

2.2 CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND COM EQUIPAMENTO DE PEQUENO PORTE

2.2.1 CIMENTO PORTLAND

Poderá ser de qualquer tipo, desde que satisfaça as exigências específicas da norma DNER-EM 036, para o tipo de cimento empregado.

2.2.2 AGREGADOS

Os agregados miúdo e graúdo deverão atender as exigências das normas DNER-EM 37 e DNER-EM 038, respectivamente.

2.2.3 ÁGUA

A água de amassamento deverá atender as exigências da norma DNER-EM 034 e os limites a seguir:

- PH entre 5 e 8
- Material orgânico expresso em oxigênio consumido: 3mg/l.
- Resíduo sólido: 5.000 mg/l
- Sulfatos expressos em íons SO₄: 600 mg/l
- Cloretos expressos em íons CL: 1.000 mg/l
- Açúcar: 5mg/l

2.2.4 ADITIVOS

Os aditivos empregados poderão ser do tipo plastificante ou redutor de água, retardor de pega ou incorporador de ar, obedecendo as recomendações do fabricante e/ou especificações fixadas em projeto.

2.2.5 AÇO

O aço para eventuais barras de ligação ou transferência, deverá obedecer a especificação DNER-EM 374/97 e ABNT (NBR-7480/96 EB-3). As barras de transferência deverão ser



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

2.2.6 TELA SOLDADA

Deverão atender a norma ABNT (NBR-7481/90 EB-781), sendo usadas no combate a fissuração.

2.2.7 MATERIAL SELANTE DE JUNTAS

Poderá ser moldado a quente, moldado a frio ou pré-moldado, devendo ser de produção industrial.

2.2.8 MATERIAL PARA ENCHIMENTO DAS JUNTAS DE DILATAÇÃO

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

2.2.9 PELÍCULA ISOLANTE E IMPERMEÁVEL

Como película impermeabilizante entre a placa do pavimento e a sub-base, poderão ser usadas:

- Membrana plástica, flexível e com espessura entre 0,2mm e 0,3mm;
- Papel tipo “KRAFT” betumado, com gramatura mínima igual a 200g/m², contendo uma quantidade de cimento asfáltico de petróleo, ou alcatrão, não inferior a 60g/m²;
- Pintura betuminosa executada com emulsão asfáltica catiônica de ruptura média, com taxa de aplicação entre 0,8l/m² e 1,6l/m².

2.2.10 MATERIAL PARA CURA

Os materiais empregados na cura do concreto poderão ser:

- Água;
- Tecido de juta;
- Cânhamo ou algodão;
- Lençol plástico;
- Lençol de papel betumado ou alcatroado;
- Compostos químicos líquidos, capazes de formar películas plásticas.

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

O lençol plástico e o lençol de papel betuminado (ou alcatroado) deverão apresentar as mesmas características exigidas para seu emprego como material isolante.

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



2.2.11 CONCRETO

O concreto do pavimento deverá atender as seguintes características:

- Resistência característica à tração na flexão ($F_{ctm};K$): obedecer o valor definido em projeto, ou equivalente resistência característica à compressão axial (f_{ck}); desde que determinada em ensaio a correlação entre estas resistências, utilizando materiais que efetivamente serão usados na obra.
- Consumo mínimo de cimento: 320 kg/m³.
- Relação água cimento: $\leq 0,55$.
- Abatimento máximo: determinado conforme a norma ABNT (NBR-NM 67/98), sendo que nos concretos com abatimento menor que 0,002m a consistência deverá ser determinada com consistômetro Vebê, conforme DNER-ME 094/94.
- A dimensão máxima característica do agregado no concreto não deverá exceder a $\frac{1}{4}$ da espessura da placa do pavimento ou 50mm, obedecido o menor valor.
- Abatimento: determinado conforme a norma ABNT (NBR-NM 67/98) (50 ± 10)mm.
- Teor de ar: conforme a norma ABNT (NBR-NM 47/98) $\leq 5\%$.

2.3 CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND COM EQUIPAMENTO FORMA TRILHO

2.3.1 CIMENTO PORTLAND

Poderá ser de qualquer tipo, desde que satisfaça as exigências específicas da norma DNER-EM 036, para o tipo de cimento empregado.

2.3.2 AGREGADOS

Os agregados miúdo e graúdo deverão atender as exigências das normas DNER-EM 37 e DNER-EM 038, respectivamente.

2.3.3 ÁGUA

A água de amassamento deverá atender as exigências da norma DNER-EM 034 e os limites a seguir:

- PH entre 5 e 8;
- Material orgânico expresso em oxigênio consumido: 3mg/l;
- Resíduo sólido: 5.000 mg/l;
- Sulfatos expressos em íons SO₄: 600 mg/l;
- Cloretos expressos em íons CL: 1.000 mg/l;
- Açúcar: 5mg/l.

2.3.4 ADITIVOS

Os aditivos empregados poderão ser do tipo plastificantes ou redutor de água, retardor de pega ou incorporador de ar, obedecendo as recomendações do fabricante e/ou especificações fixadas em projeto.



2.3.5 AÇO

O aço para eventuais barras de ligação ou transferência, deverá obedecer a especificação DNER-EM 374/97 e ABNT (NBR-7480/96 EB-3). As barras de transferência deverão ser obrigatoriamente lisas e retas de aço tipo CA-25. Nas barras de ligação usa-se o aço CA-50 e admite-se o emprego alternativo do aço CA-25.

2.3.6 TELA SOLDADA

Deverão atender a norma ABNT (NBR-7481/90 EB-565), sendo usadas no combate a fissuração.

2.3.7 MATERIAL SELANTE DE JUNTAS

Poderá ser moldado a quente, moldado a frio ou pré-moldado, devendo ser de produção industrial.

2.3.8 MATERIAL PARA ENCHIMENTO DAS JUNTAS DE DILATAÇÃO

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

2.3.9 PELÍCULA ISOLANTE E IMPERMEÁVEL

Como película impermeabilizante entre a placa do pavimento e a sub-base, poderão ser usadas:

- Membrana plástica, flexível e com espessura entre 0,2mm e 0,3mm;
- Papel tipo “KRAFT” betumado, com gramatura mínima igual a 200g/m², contendo uma quantidade de cimento asfáltico de petróleo, ou alcatrão, não inferior a 60g/m²;
- Pintura betuminosa executada com emulsão asfáltica catiônica de ruptura média, com taxa de aplicação entre 0,8 l / m² a 1,6 l / m².

2.3.10 MATERIAL PARA CURA

Os materiais empregados na cura do concreto poderão ser:

- Água;
- Tecido de juta;
- Cânhamo ou algodão;
- Lençol plástico;
- Lençol de papel betumado ou alcatroado;
- Compostos químicos líquidos, capazes de formar películas plásticas.

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



O lençol plástico e o lençol de papel betuminado (ou alcatroado) deverão apresentar as mesmas características exigidas para seu emprego como material isolante.

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

2.3.11 CONCRETO

O concreto do pavimento deverá atender as seguintes características:

- Resistência característica à tração na flexão ($F_{ctm};K$): obedecer o valor definido em projeto, ou equivalente resistência característica à compressão axial (f_{ck}); desde que determinada em ensaio a correlação entre estas resistências, utilizando materiais que efetivamente serão usados na obra;
- Consumo mínimo de cimento: 320 kg/m³;
- Relação água cimento: $\leq 0,55$;
- Abatimento máximo, determinado conforme a norma ABNT (NBR-NM 67/98), sendo que nos concretos com abatimento menor que 0,002m a consistência deverá ser determinada com consistômetro Vêbe, conforme DNER-ME 094/94;
- A dimensão máxima característica do agregado no concreto não deverá exceder a $\frac{1}{4}$ da espessura da placa do pavimento ou 50mm, obedecido o menor valor.

3. EQUIPAMENTOS

3.1 CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND COM EQUIPAMENTO FORMAS DESLIZANTES

Os equipamentos destinados à execução das placas de concreto são os seguintes:

- Vibro Acabadora de Formas Deslizantes de Bitola Regulável de Tração Própria, constituída fundamentalmente de:
 - Estrutura montada sobre chassi de rodas pneumáticas ou esteiras;
 - Bitola regulável entre 3,50m a 7,50m, ou entre 3,50m a 14,0m;
 - Receptor frontal de concreto, abrangendo toda largura da pista, provido de caçamba receptora, pá-distribuidora inferior ou sem fim, com saída regulável para descargas;
 - Dispositivo regularizador de concreto distribuído;
 - Sistema vibrador: bateria de vibradores de imersão de alta frequência (superior a 60 Hz), em conjunto com unidades de vibradores hidráulicos, fixados numa barra de altura adequada, com controle individual de vibração, régua vibratória de superfície, dotada de vibradores de parede;
 - Régua regularizadora oscilante, pré-acabadora;
 - Régua acabadora;
 - Formas deslizantes fixas à viga vibratória;
 - Sistema de controle eletrônico para alinhamento e nivelamento da pavimentadora, por meio de fio-guia, apoiado lateralmente em hastes reguláveis para caminho dos apalpadores eletrônicos.
- Máquina de Cura Química, dotada de tração própria, montada sobre pneus, provida de bitola regulável e depósito do produto de cura;
- Perfil metálico tipo "T" para execução de juntas moldadas;



- Máquina de serra juntas com disco diamantado, com diâmetro e espessura apropriados e reservatório do selante;
- Ponte de serviço de madeira, de comprimento igual à largura da placa de concreto mais 0,50m;
- Rolo de cabo longo, preferencialmente, de alumínio com formas arredondadas;
- Desempenadeira de madeira, com área útil de no mínimo, 450 cm²;
- Régua de madeira para nivelamento com 3,0m de comprimento;
- Vassoura de piaçava, com fios suficientemente rígidos para provocar ranhuras na superfície do pavimento, ou tiras de lona 0,25 X 4,00m, para acabamento superficial da placa;
- Ferramentas com ponta em cinzel;
- Compressor de ar comprimido com mangueira de 12mm de diâmetro, caso necessário, para limpeza de juntas;
- Desempenadeira de borda.

3.2 CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND COM EQUIPAMENTO DE PEQUENO PORTE

Os equipamentos destinados à execução das placas de concreto são os seguintes:

- Formas metálicas ou mistas para a contenção do concreto servindo como guia e apoio do equipamento de construção, devendo ser rígidas, direitas e desempenadas, em forma de “L”, tendo a base no mínimo 0,20m de largura, para pavimento de até 0,20m de espessura, e largura no mínimo igual à altura para pavimentos com espessuras maiores;
- Vibrador de imersão com diâmetro externo de no máximo 40mm e frequência igual ou superior a 60 Hz (3.600rpm);
- Régua vibratória com frequência igual ou superior a 60 Hz (3.600rpm);
- Régua acabadora de madeira, com seção retangular de 10cm de largura por 12cm de altura e comprimento igual à largura da placa mais 0,50m;
- Perfil metálico tipo “T” para execução de juntas moldadas;
- Máquina de serrar juntas com disco diamantado, com diâmetro e espessura apropriados, que possibilitem fazer a ranhura com as dimensões exigidas em projeto e reservatório de selante;
- Ponte de serviço de madeira, de comprimento igual à largura da placa de concreto mais 0,50m;
- Rolo de cabo longo, preferencialmente, de alumínio com formas arredondadas;
- Desempenadeira de madeira, com área útil de no mínimo, 450cm²;
- Régua para nivelamento, de madeira, com 3,0m de comprimento;
- Vassouras de piaçava, com fios suficientemente rígidos para provocar ranhuras na superfície do pavimento, ou tiras de lona 0,25 X 4,0m, para acabamento superficial da placa;
- Ferramentas com ponta em cinzel, que penetrem nas juntas e vassouras de fio duro;
- Compressor de ar comprimido com mangueira de 12mm de diâmetro;
- Desempenadeira de borda para acabamento de cantos das juntas moldadas;

3.3 CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND COM EQUIPAMENTO FORMA-TRILHO

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

- Formas metálicas para contenção do concreto fresco e ao mesmo tempo, servir como guias para movimentação das unidades de distribuição e adensamento do concreto, devendo ser montadas sobre rodas. Sendo que a superfície que se apoia sobre o terreno



- terá no mínimo 0,20m de largura e até 0,20m de altura, sendo que no caso de formas mais altas a largura deverá ser no mínimo igual à altura. As formas deverão possuir a intervalos máximos de 1,0m, dispositivos que garantam sua perfeita fixação ao solo e posterior remoção, sem prejuízo para o pavimento executado. O sistema de união deve ser tal que permita uma ajustagem correta e impeça qualquer desnivelamento ou desvio;
- Distribuidora de concreto, regulável e com tração própria, podendo ser constituída de uma caçamba distribuidora de concreto na direção transversal à faixa de concretagem, ou de um cabeçote distribuidor que trabalha sobre um travessão metálico, também transversal à faixa de concretagem;
 - Bateria de vibradores de imersão, com diâmetro externo de no máximo 40mm e frequência igual a 60 Hz (3.600rpm);
 - Eixo rotor frontal;
 - Vibro acabadora de bitola ajustável, com frequência de vibração de no mínimo 3500 vibrações/minuto;
 - Régua alisadora ou acabadora, diagonal ou não, tubular ou oscilante, de bitola ajustável;
 - Perfil metálico tipo “T” para execução de juntas moldadas;
 - Máquina de serrar juntas com disco diamantado, diâmetro e espessura apropriadas que possibilitem fazer a ranhura de acordo com as dimensões especificadas em projeto e reservatório de selante;
 - Ponte de serviço de madeira, de rigidez suficiente para não fletir e de comprimento igual à largura da placa mais 0,50m;
 - Rodo de cabo longo, preferencialmente, de alumínio com formas arredondadas;
 - Desempenadeira de madeira, com área útil de no mínimo 450cm²;
 - Régua para nivelamento de madeira com 3,0m de comprimento e com rigidez suficiente para não fletir;
 - Vassouras de piaçava, com fios suficientemente rígido para provocar ranhuras na superfície do pavimento, ou tiras de lona 2,5 X 4,00m para acabamento superficial da placa;
 - Ferramentas com ponta em cinzel que penetrem nas juntas e vassouras de fios duros para limpeza das juntas;
 - Compressor de ar comprimido com mangueira de 12mm de diâmetro, caso necessário, para a limpeza das juntas, dispondo de bocal que possibilite direcionar o jato de ar para dentro da junta;
 - Desempenadeira de borda para acabamento de cantos das juntas moldadas.

4. EXECUÇÃO E NORMAS

4.1 CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND COM EQUIPAMENTOS FORMAS DESLIZANTES

- a) Mistura, Transporte, Lançamento e Espalhamento
- A alimentação dos materiais deverá ser obrigatoriamente gravimétrica. Deverão ser instalados hidrômetros que garantam a precisão da medida da água na mistura. O cimento deverá ser pesado em separado e nunca cumulativamente com os agregados;
 - As balanças para a pesagem dos materiais deverão ser periodicamente aferidas;
 - As betoneiras deverão produzir mistura homogênea, dispor de carga sem segregação dos componentes do concreto e ter capacidade que permita continuidade nas operações de concretagem do pavimento;



- Quando o concreto for produzido em usinas comerciais, ou misturado em caminhões betoneira, deverão ser atendidas às recomendações das normas DNER-ES 330/97 e ABNT NBR-7212;
- O período máximo entre a mistura, a partir da adição da água, e o lançamento deverá ser de 30 minutos, sendo proibida a redosagem. Quando usado caminhão betoneira e houver agitação do concreto durante o transporte e a descarga, este período poderá ser ampliado para 90 minutos;
- O lançamento do concreto será, de preferência por descarga lateral à pista, independentemente da largura em que se estiver ajustando o equipamento de formas deslizantes. Poderá ser admitido também o retro lançamento, desde que a sub-base tenha resistência suficiente para suportar o tráfego sem que a qualidade seja afetada;
- Em qualquer dos casos serão formadas pilhas de pequenas alturas para reduzir o trabalho de espalhamento e evitar a segregação do concreto;
- 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 recebe material distribuindo-o por toda largura da pista. Esta largura terá altura uniforme, relevante para a operação de vibração;
- Será exigida a alimentação contínua do equipamento, afim de manter a velocidade constante de operação, evitando interrupções que causarão desconforto de tráfego após o endurecimento do concreto. O ponto de retomada da concretagem não deverá estar situado a menos de 0,30m da junta transversal mais próxima.

b) Adensamento do Concreto

- O adensamento do concreto será por vibradores hidráulicos, fixados em barras de altura variável que possibilitem executar a pista na espessura projetada. Para garantir a qualidade do adensamento, o equipamento deverá possuir cortina metálica que controle o volume do concreto a ser vibrado;
- A vibração será feita pela grade ou régua vibratória, colocada imediatamente após os vibradores, sendo necessária uma camada superficial de argamassa para não expor o agregado graúdo. A forma final do concreto será dada por duas mesas, uma fixa e outra oscilante, deixando-o praticamente acabado;
- Deverá haver alimentação contínua do equipamento para manter homogênea a superfície total. Caso ocorra imprevisto que atrase o lançamento, provocando o ressecamento da argamassa sobre a régua vibratória, ou prejudicando o acabamento da superfície, a concretagem será paralisada, devendo o equipamento ser erguido e feita a limpeza.

c) Acabamento do Concreto

- Enquanto o concreto estiver ainda plástico, verificar a superfície, em toda a largura da faixa, com régua de 3,0m disposta paralelamente ao eixo longitudinal do pavimento, com movimentos de vaivém e avançando no máximo, de cada vez, metade do seu comprimento. Qualquer depressão encontrada será imediatamente preenchida com concreto fresco, rasada, compactada e devidamente acabada, e qualquer saliência cortada e igualmente acabada. Quando a superfície apresentar demasiada umidade, o excesso de água será eliminado pela passagem de rodos de borracha;
- Estes serviços deverão ser executados com auxílio de pontes de serviço não apoiadas no concreto fresco, permitindo o trânsito de pedreiros sem atingir a superfície ainda fresca do pavimento. Após as correções e desaparecimento da água superficial, proceder o acabamento final.



d) Acabamento Final

- No acabamento final introduzir ranhuras na superfície do pavimento, aumentando a aderência com os pneumáticos dos veículos, sendo esta operação realizada antes do início da pega do concreto;
- A escolha do tipo de dispositivo a ser usado nesta operação observa recomendação do projeto, em função das condições ambientais, tipo e características das solicitações, topografia e geometria do pavimento;
- Nos pavimentos a serem construídos em áreas críticas, por exemplo, com curvas acentuadas e interligações, será necessário incrementar a segurança à derrapagem. Para tal, deve-se obrigatoriamente adotar os dispositivos que aumentem significativamente a superfície de contato dos pneumáticos com o pavimento. Em tais casos, esta norma recomenda usar pela ordem:
 - Pentes de fios metálicos;
 - Vassouras de fios metálicos;
 - Vassouras de fios de nylon;
 - Tubos metálicos providos de mossas e saliências;
 - Vassouras de piaçava;
 - Tiras ou faixas de lona.
- Executado o acabamento final, antes do início do endurecimento do concreto, no caso de adoção do processo de abertura das juntas por moldagem, as peças serão retiradas cuidadosamente, com ferramentas adequadas e conformadas todas as arestas, conforme o projeto. Junto às bordas o acabamento obtido deve ser igual ao do restante da superfície. Qualquer porção excedente deverá ser prontamente removida.

e) Identificação das Placas

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

f) Juntas Longitudinais

- O pavimento deverá ser executado em faixas longitudinais parciais, devendo a posição das juntas longitudinais de construção coincidir com as das longitudinais do projeto;
- Retirada a forma da junta, a face lateral será pintada com material apropriado que impeça a aderência entre a faixa executada e a futura.

g) Juntas Transversais

- As juntas transversais deverão ser retilíneas em toda a sua extensão, perpendiculares ao eixo longitudinal do pavimento, salvo, situações particulares indicados no projeto. Deverão ser executadas de modo que as operações de acabamento final da superfície possam se processar continuamente, como se as juntas não existissem;
- A locação das seções, onde serão executadas as juntas, será feita por medidas topográficas, determinadas as posições futuras por pontos fixos, estabelecidos nas duas margens da pista, ou ainda sobre as formas estacionárias;
- Quando adotado o processo de abertura de juntas por moldagem (ou inserção), a introdução do perfil será por vibração, com o concreto ainda fresco e após o acabamento, corrigidas todas as irregularidades provenientes desta operação;
- Quando a junta for serrada, traçar um plano para a abertura das juntas, em que a idade do concreto no momento do corte deverá estar entre 6 e 48h;



- h) Juntas Transversais de Construção
- Ao fim de cada jornada de trabalho, ou sempre que a concretagem tiver de ser interrompida por mais de 30 minutos, executar uma junta de construção, cuja posição deve coincidir com a de uma junta transversal, indicada no projeto. Nos casos em que não for possível o prosseguimento da concretagem até uma junta transversal, será executada obrigatoriamente uma junta transversal de construção de emergência, de tipo previsto no projeto;
- i) Barras de Ligação nas Juntas Longitudinais
- As barras de aço utilizadas como barras de ligação devem ter o diâmetro, espaçamento e comprimento definidos no projeto e estar limpas e isentos de óleo ou qualquer substância que prejudique a aderência no concreto;
- j) Barras de Transferência nas Juntas Transversais
- Serão obrigatoriamente lisas e retas, espaçamento e comprimento definidos no projeto;
 - O processo de instalação garantirá a imobilidade na posição adequada, mantendo as barras também paralelas à superfície acabada e ao eixo longitudinal do pavimento;
 - Estas barras deverão ter metade do comprimento mais 2,0cm pintadas e engraxadas, de modo a permitir a livre movimentação da junta. As juntas de construção que não coincidem com uma junta de contração, não terão na barra trecho engraxado ou pintado;
 - O capuz que recobre a extremidade deslizante da barra de transferência das juntas de dilatação deve ser suficientemente resistente para não se deixar amassar durante a concretagem. A folga entre a extremidade fechada do capuz e a ponta livre da barra estabelecida no projeto, deverá ser garantida durante a concretagem;
- k) Colocação da Tela de Armação
- Nas placas de dimensões irregulares e acima dos padrões normalmente adotados, será colocada uma tela soldada, cujo tipo será definido no projeto;
 - Esta tela deverá ser colocada a 5,0cm da superfície do pavimento, no máximo até meia altura da espessura da placa e distar 5,0cm de qualquer bordo da placa;
- l) Cura
- As faces laterais das placas ao serem expostas pela remoção das formas, imediatamente serão protegidas por meio que proporcione condições de cura análogas à superfície do pavimento;
 - O período total de cura será de 7 dias, compreendendo período inicial de aproximadamente 24 horas, contadas tão logo terminado o acabamento do pavimento, seguido do período final, até o concreto atingir a idade de 7 dias;
 - No período inicial de cura não será admitido sobre o pavimento qualquer espécie de trânsito. Empregar a cura química aplicando em toda superfície do pavimento, composto químico líquido criando película plástica, à razão de 0,35 a 0,50 l/m²;
 - Após o período inicial de cura, a superfície do pavimento deverá ser coberta com qualquer dos produtos abaixo relacionados:
 - Água;
 - Tecido de juta, cânhamo ou algodão;
 - Lençol plástico;



- Lençol de papel betumado ou alcatroado;
 - Compostos químicos líquidos capazes de formar películas plásticas.
- Poderão ser utilizadas combinações apropriadas destes produtos, ou outro tipo adequado de proteção, para evitar a exposição do concreto às intempéries e a perda brusca de umidade. Quando a cura se fizer por meio de tecidos, papel betumado ou lençol plástico, superpor as tiras em pelo menos 0,10m. No caso de ocorrer a necessidade de retirada dos materiais de algum local, a reposição deverá ser feita dentro de 30 minutos, no máximo.

m) Selagem das Juntas

- O material de selagem só poderá ser aplicado quando estiverem limpos e secos os sulcos das juntas, empregando-se ferramentas com ponta em cinzel, penetrando na ranhura das juntas, sem danificá-las, vassouras de fios duros e jato de ar comprimido;
- O material selante deve ser cautelosamente colocado no interior dos sulcos, sem respingar na superfície, e em quantidades suficientes para encher a junta sem transbordamento. Qualquer excesso será prontamente removido e a superfície limpa do material respingado;
- A profundidade de penetração do material selante será definida em projeto.

4.2 CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND COM EQUIPAMENTO DE PEQUENO PORTE

a) Assentamento das Formas e Preparo para a Concretagem

- As formas deverão ser assentes à camada subjacente e suficientemente firmes, com base no alinhamento do eixo da pista. Deverão ser fixadas com ponteiros de aço, a cada 1,0m, no mínimo, de modo a suportar, sem deslocamento os esforços inerentes ao trabalho. Para o perfeito assentamento das formas, calçá-las em toda extensão, não se permitindo apoios isolados;
- O topo das formas deverá coincidir com a superfície de rolamento prevista, fazendo-se necessária a verificação do alinhamento e do nivelamento. Deverá ser feito a verificação do fundo de caixa;
- Caso tenha sido recomendada a colocação de película impermeabilizante e isolante sobre a superfície da sub-base, verificar se esta película está adequadamente esticada e se as emendas são feitas com recobrimento de no mínimo 0,20m;
- As formas deverão ser untadas de modo a facilitar a desmoldagem.

b) Mistura, Transporte, Lançamento e Espalhamento do Concreto

- O concreto poderá ser produzido em betoneiras estacionárias ou em centrais, os materiais medidos em peso ou em volume, exceto para o cimento, que sempre será medido em peso. No caso do concreto ser fornecido por usina comercial deverão ser atendidas as condições estipuladas na norma ABNT (NBR-7212/84 EB-136);
- O lançamento do concreto deverá ser feito, de preferência, lateralmente à faixa a executar;
- O transporte de concreto quando não for feito em caminhão betoneira, deverá ser realizado em equipamento capaz de evitar a segregação dos materiais componentes da mistura;
- O período máximo entre a mistura, a partir da adição da água, e o lançamento deverá ser de 30 minutos, proibida a redosagem sob qualquer forma. Quando usado caminhão betoneira e houver agitação do concreto durante o transporte e a descarga, este período poderá ser ampliado para 90 minutos;



- O espalhamento do concreto pode ser feito com auxílio de ferramentas manuais ou executado eventualmente a máquina, porém, qualquer processo utilizado deverá garantir uma distribuição homogênea, de modo a regularizar a camada na espessura a ser adensada.
- c) Adensamento
 - Deverá ser feito por vibradores de imersão ou régua vibratória;
 - Nos cantos das formas devem ser aplicados os vibradores, de modo a corrigir as deficiências no adensamento do concreto, quando da vibração superficial pela régua vibratória;
 - A verificação da regularidade longitudinal da superfície será feita por meio de uma régua de 3,00m de comprimento;
 - Qualquer variação na superfície superior a 5 milímetros, depressão ou saliência, deverá ser corrigida de pronto, as saliências cortadas e as depressões preenchidas com concreto fresco.
- d) Acabamento
 - Imediatamente após o adensamento, inicia-se o acabamento, que consiste na passagem da régua acabadora em deslocamentos longitudinais com movimentos de vaivém. Proceder-se-á, então, o acabamento final, com tiras de lona ou vassouras de piaçava, que provocarão ranhuras na superfície da placa;
 - A tira de lona deve ser aplicada transversalmente num deslocamento de vaivém, enquanto a vassoura de piaçava deve ser passada na dimensão transversal à faixa concretada. As ranhuras devem ser contínuas e uniformes ao longo da largura da placa.
- e) Identificação das Placas
 - Todas as placas de concreto receberão um número impresso em um de seus cantos.
- f) Juntas Longitudinais
 - O pavimento deverá ser executado em faixas longitudinais parciais, devendo a posição das juntas longitudinais coincidir com a das longitudinais de projeto;
 - Retirada a forma da junta, a face lateral da placa será pintada com material apropriado que impeça a aderência entre a faixa executada e a futura faixa.
- g) Juntas Transversais
 - As juntas transversais deverão ser retilíneas em toda sua extensão, perpendiculares ao eixo longitudinal do pavimento, salvo situações particulares indicadas no projeto. Deverão ser executadas de modo que as operações de acabamento final da superfície possam se processar continuamente como se as juntas não existissem;
 - A locação das seções onde serão executadas as juntas deverá ser feita por medidas topográficas, devendo ser determinadas as posições futuras por pontos fixos estabelecidos nas duas margens da pista, ou ainda, sobre as formas estacionárias;
 - Quando adotado o processo de abertura de junta por moldagem ou inserção, a introdução do perfil deverá ser feito por vibração, com o concreto ainda fresco e após o acabamento, devendo ser corrigidas todas as irregularidades provenientes desta operação;
 - Quando a junta for serrada, traçar um plano para a sua abertura, procedendo o corte no prazo de 6 a 48 horas do término da concretagem.



- h) Juntas Transversais de Construção
- Ao fim de cada jornada de trabalho, ou sempre que a concretagem tiver de ser interrompida por mais de 30 minutos, deverá ser executado uma junta de construção, cuja posição deve coincidir com a de uma junta transversal indicada no projeto. No caso de impossibilidade do prosseguimento da concretagem até uma junta transversal projetada, deverá ser executada, obrigatoriamente, uma junta transversal de construção de emergência do tipo previsto no projeto.
- i) Barras de Ligação nas Juntas Longitudinais
- As barras de aço utilizadas como barras de ligação devem ter diâmetro, espaçamento e comprimento definidos no projeto e estarem limpas e isentas de óleo ou qualquer substância que prejudique a aderência do concreto.
- j) Barras de Transferência nas Juntas Transversais
- Serão obrigatoriamente lisas e retas, com diâmetro, espaçamento e comprimento definidos no projeto;
 - O processo de instalação deverá garantir a imobilidade na adequada posição, mantendo-as paralelas à superfície acabada e ao eixo longitudinal do pavimento;
 - Estas barras deverão ter metade do comprimento mais 2,0cm, pintadas e engraxadas, de modo a permitir a livre movimentação da junta. Para as juntas de construção, que não coincidam com uma junta de contração, a barra não terá trecho pintado e engraxado;
 - O capuz que recobre a extremidade deslizante da barra de transferência das juntas de dilatação deve ser suficientemente resistente, para não se deixar amassar durante a concretagem. A folga entre a extremidade fechada do capuz e a ponta livre da barra, estabelecida no projeto, deverá ser garantida durante a concretagem.
- k) Colocação da Tela de Armação
- Nas placas de dimensão irregulares e acima dos padrões normalmente adotados, deverá ser colocada uma tela soldada, cujo tipo será definido no projeto;
 - A tela deverá ser colocada a 5,0 centímetros da superfície do pavimento e no mínimo até meia altura da espessura da placa, devendo distar 5,0 centímetros do bordo da placa.
- l) Cura
- O período total de cura deverá ser de 7 dias, compreendendo um período inicial de aproximadamente 24 horas, contadas tão logo terminado o acabamento do pavimento, seguido do período final, até o concreto atingir a idade de 7 dias;
 - No período inicial de cura não será admitido sobre o pavimento qualquer espécie de trânsito. Deve ser empregada a cura química, aplicando-se em toda superfície do pavimento composto químico líquido que forme película plástica, à razão de 0,35 a 0,50 l/m².
 - Após o período inicial de cura, a superfície do pavimento deverá ser coberta com qualquer dos produtos abaixo relacionados:
 - Água;
 - Tecido de juta, cânhamo ou algodão;
 - Lençol plástico;
 - Lençol de papel betumado ou alcatroado;



- Compostos químicos líquidos capazes de formar películas plásticas. Poderão ser utilizadas combinações apropriadas destes produtos, ou outro tipo adequado de proteção, para evitar a exposição do concreto às intempéries e a perda brusca de umidade. Quando a cura se fizer por meio de tecidos, papel betumado ou lençol plástico, superpor as tiras em pelo menos 0,10m. No caso de ocorrer a necessidade de retirada dos materiais de algum local, a reposição deverá ser feita dentro de 30 minutos, no máximo.

m) Desmoldagem

- As formas só poderão ser retiradas quando decorrerem 12 horas após a concretagem. Poderão, entretanto, serem fixados prazos diferentes deste, para mais ou para menos, desde que o concreto possa suportar sem nenhum dano a operação de desmoldagem e atendendo-se, ainda, a um prazo máximo de 24 horas. Durante a desmoldagem deverão ser tomados os cuidados necessários para evitar o esborcinamento das placas;
- Recomenda-se que as faces laterais das placas, ao serem expostas pela remoção das formas, sejam imediatamente protegidas por processo que proporcione condições de cura análogas as da superfície do pavimento.

n) Selagem das Juntas

- O material de selagem só poderá ser aplicado quando os sulcos das juntas estiverem limpos e secos, empregando-se ferramentas com ponta em cinzel, penetrando na ranhura das juntas, sem danificá-las, vassouras de fios duros e jato de ar comprimido;
- O material selante deve ser cautelosamente colocado no interior dos sulcos, sem respingar na superfície, e em quantidades suficientes para encher a junta sem transbordamento. Qualquer excesso deverá ser prontamente removido e a superfície limpa de todo material respingado;
- A profundidade de penetração do material selante deverá ser aquela definida no projeto.

4.3 CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND COM EQUIPAMENTO FORMA-TRILHO

a) Assentamento de Formas e Preparo para Concretagem

- As formas serão assentes de acordo com os alinhamentos indicados no projeto, uniformemente apoiadas sobre o leito e fixados com ponteiros de aço, de modo a suportar sem deformação os movimentos apreciáveis das solicitações inerentes ao trabalho. O topo das formas deverá coincidir com a superfície de rolamento prevista. O material em que se apoiam deverá estar compactado numa faixa que exceda 0,50m para cada lado a largura da base. Os ponteiros serão espaçados de no máximo 1,00m, cuidando-se da perfeita fixação das extremidades adjacentes na junção das formas. Em hipótese alguma será permitido o calçamento transversal das formas, que após niveladas no topo terão o espaço entre a sua base e a fundação completamente preenchido com argamassa, de modo a garantir apoio total e contínuo;
- Verificar o alinhamento e nivelamento das formas e se necessário corrigi-los antes do lançamento do concreto. Quando se constatar a insuficiência nas condições de apoio de qualquer forma, esta será removida e convenientemente reassentada. Depois de fixadas deverão garantir as cotas de projeto;



- Não poderão ser usadas formas torcidas, empenadas ou amassadas e nas curvas de raio inferior a 30 metros deverão ser usadas formas curvas;
 - Verificar o fundo de caixa, não se admitindo espessura, ao longo de toda seção transversal, inferior a especificada no projeto;
 - Caso indicada a colocação de película impermeabilizante e isolante sobre a superfície de sub-base, verificar se a película está adequadamente esticada. As emendas deverão ser feitas com recobrimento mínimo de 0,20m;
 - As formas deverão ser untadas de modo a facilitar a desmoldagem.
- b) Mistura, Transporte, Lançamento e Espalhamento do Concreto
- O concreto deverá ser produzido em centrais, podendo se medir os materiais tanto em peso como em volume, exceto para o cimento, que sempre deverá ser medido em peso. No caso do concreto ser fornecido por usina comercial, deverão ser atendidas as condições estipuladas na norma ABNT (NBR-7212/84 EB-136);
 - O transporte de concreto, quando não for em caminhão betoneira, deverá ser realizado em equipamento capaz de evitar a segregação dos materiais componentes da mistura;
 - O período máximo entre a mistura, adição de água, e o lançamento deverá ser de 30 minutos, proibida a redosagem sob qualquer forma. Quando usado caminhão betoneira e houver agitação do concreto durante o transporte e a sua descarga, este período poderá ser ampliado para 90 minutos;
 - O lançamento do concreto será, de preferência, lateralmente à faixa de concretagem para evitar o tráfego sobre a sub-base;
 - Será admitido o retrolançamento, quando o espalhamento for feito com o cabeçote distribuidor, desde que a sub-base tenha resistência suficiente para o tráfego de caminhões basculantes. Estes deverão se mover lentamente para a frente de modo a não formar grandes pilhas de concreto;
 - O espalhamento do concreto será executado com os dispositivos apropriados do equipamento, e quando necessário, auxiliado com ferramentas manuais, evitando-se sempre a segregação dos materiais. O concreto deverá ser distribuído sem excesso por toda largura da faixa em execução e passado a uma altura conveniente, para que após as operações de adensamento e acabamento, qualquer ponto do pavimento tenha a espessura do projeto.
- c) Adensamento
- O adensamento do concreto será por vibração superficial. Exigir-se-á o emprego de vibradores de imersão sempre que a vibração superficial se mostrar insuficiente, por exemplo, próximo as formas e na execução de juntas, ou quando a espessura do pavimento o exigir;
 - O acabamento mecânico da superfície será imediatamente após o adensamento do concreto;
 - O equipamento vibro-acabador deverá passar em um mesmo local, tantas vezes quantas forem necessárias, para o perfeito adensamento do concreto e para que a superfície do pavimento atenda ao greide e a seção transversal do projeto;
 - A verificação da regularidade longitudinal da superfície deverá ser feito por régua de 3,00m de comprimento;
 - Qualquer variação na superfície superior a 5 milímetros, depressão ou saliência, deverá ser corrigida de pronto. As saliências deverão ser cortadas e as depressões preenchidas com concreto fresco;



- Recomenda-se, na passagem final, necessária ao perfeito adensamento do concreto, que o equipamento vibro-acabador se desloque continuamente, sem paradas, pelo menos a uma distância correspondente a duas placas, conforme o projeto, devendo para tal, ter sido lançado concreto suficiente, de modo que o ponto de retomada da concretagem esteja situado a menos de 0,30m da junta transversal mais próxima;
 - As superfícies em que se apóia o equipamento vibro-acabador devem ser mantidas limpas, de modo a permitir o perfeito rolamento das máquinas e garantir a obtenção de um pavimento isento de irregularidades superficiais.
- d) Acabamento
- A operação de acabamento deverá ser iniciada imediatamente após o adensamento. Inicia-se com a passagem da régua acabadora em deslocamentos longitudinais com movimentos de vaivém, sendo o acabamento final dado com tiras de lona ou com vassouras de piaçava, de modo a provocar ranhuras na superfície da placa;
 - A tira de lona deve ser aplicada transversalmente num deslocamento de vaivém, enquanto a vassoura de piaçava deve ser passada na dimensão transversal a faixa concretada. As ranhuras devem ser contínuas e uniformes ao longo da largura da placa.
- e) Identificação das Placas
- Todas as placas receberão um número de identificação impresso em um dos cantos.
- f) Juntas Longitudinais
- O pavimento deverá ser executado em faixas longitudinais parciais, devendo a posição das juntas longitudinais de construção coincidir com a das longitudinais do projeto;
 - Retirada a forma da junta, a face lateral será pintada com material apropriado que impeça a aderência entre a faixa executada e a futura faixa.
- g) Juntas Transversais
- As juntas transversais deverão ser retilíneas em toda sua extensão, perpendiculares ao eixo longitudinal do pavimento, salvo, situações particulares indicadas no projeto. Deverão ser executadas de modo que as operações de acabamento final da superfície possam se processar continuamente, como se as juntas não existissem;
 - A locação das seções onde serão executadas as juntas deverá ser feita por medidas topográficas, devendo ser determinadas as posições futuras por pontos fixos estabelecidos nas duas margens da pista, ou ainda, sobre as formas estacionárias;
 - Quando adotado o processo de abertura da junta por moldagem ou inserção, a introdução do perfil deve ser feita por vibração, com o concreto ainda fresco e após o acabamento, devendo ser corrigidas todas as irregularidades provenientes desta operação;
 - Quando a junta for serrada, traçar um plano para abertura das juntas, sendo que a idade do concreto, no momento do corte deverá estar entre 6 e 48 horas.
- h) Juntas Transversais de Construção
- Ao fim de cada jornada de trabalho, ou sempre que a concretagem tiver de ser interrompida por mais de 30 minutos, deverá ser executada uma junta de construção, cuja posição deve coincidir com a de uma junta transversal indicada no projeto. Nos casos em que não for possível o prosseguimento da concretagem até uma junta transversal projetada, deverá ser executada, obrigatoriamente, uma junta transversal de construção de emergência, do tipo previsto no projeto.



- i) Barras de Ligação nas Juntas Longitudinais
 - As barras de aço utilizadas como barras de ligação devem ter o diâmetro, espaçamento e comprimento definidos no projeto e estar limpas e isentas de óleo ou qualquer substância que prejudique a aderência do concreto.
- j) Barras de Transferência nas Juntas Transversais
 - Serão obrigatoriamente lisas e retas, com diâmetro, espaçamento e comprimento definidos no projeto;
 - Estas barras deverão ter metade do comprimento mais dois centímetros, pintadas e engraxadas, de modo a permitir a livre movimentação da junta. Nas juntas de construção, que não coincidam com uma junta de contração, a barra não terá trecho pintado ou engraxado;
 - O capuz que recobre a extremidade deslizante da barra de transferência das juntas de dilatação deve ser suficientemente resistente para não se deixar amassar durante a concretagem. A folga entre a extremidade fechada do capuz e a ponta livre da barra estabelecida no projeto, deverá ser garantida durante a concretagem.
- k) Colocação da Tela de Armação
 - Nas placas de dimensões irregulares e acima dos padrões normalmente adotados, deverá ser colocada uma tela soldada, cujo tipo será definido no projeto;
 - A tela deverá ser colocada a cinco centímetros da superfície do pavimento e no máximo até a meia altura da espessura da placa e distar cinco centímetros de qualquer bordo da placa.
- l) Cura
 - O período total de cura será de sete dias, sendo um período inicial de aproximadamente 24 horas, contadas a partir do acabamento final da superfície das placas, e o período final, que será das 24 horas até sete dias;
 - As faces laterais das placas, ao serem expostas pela remoção das formas deverão ser imediatamente protegidas por meio que proporcione condições de cura análogas as da superfície do pavimento;
 - No período inicial de cura, não será admitido o trânsito sobre o pavimento;
 - Será empregado a cura química, aplicando-se em toda a superfície do pavimento um composto químico líquido que forme película plástica, à razão de 0,35 a 0,50 l/m²;
 - Após o período inicial de cura a superfície do pavimento deverá ser coberta com qualquer dos produtos abaixo relacionados:
 - Água;
 - Tecido de juta, cânhamo ou algodão;
 - Lençol plástico;
 - Lençol de papel betumado ou alcatroado;
 - Compostos químicos líquidos capazes de formar películas plásticas.
 - Poderá ser utilizadas combinações apropriadas destes produtos, ou outro tipo adequado de proteção, para evitar a exposição do concreto às intempéries e a perda brusca de umidade. Quando a cura se fizer por meio de tecidos, papel betumado ou lençol plástico, superpor as tiras em pelo menos 0,10 metros. No caso de ocorrer a necessidade de retirada desses materiais de algum local, a reposição deverá ser feita dentro de 30 minutos, no máximo.



m) Desmoldagem

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

n) Selagem das Juntas

- O material de selagem só poderá ser aplicado quando os sulcos das juntas estiverem limpos e secos, empregando-se ferramentas com ponta em cinzel, que penetrem na ranhura das juntas sem danificá-las, vassouras de fios duros e jato de ar comprimido;
- O material selante deve ser cautelosamente colocado no interior dos sulcos, sem respingar na superfície, e em quantidade suficiente para encher a junta sem transbordamento. Qualquer excesso deverá ser prontamente removido e a superfície limpa de todo material respingado;
- A profundidade de penetração do material selante deverá ser aquela definida no projeto.

5. CONTROLE E ACEITAÇÃO

5.1 CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND COM EQUIPAMENTO FORMAS DESLIZANTES

a) Controle Geométrico e de Acabamento

a.1) Acabamento do concreto

- O controle do nivelamento será por linhas laterais que receberão o nivelamento topográfico.

a.2) Verificação Final

- Após executar cada trecho de pavimento definido para inspeção, proceder a relocação e o nivelamento do eixo e bordos, de 20,00 em 20,00 metros ao longo do eixo, para verificar se a largura e a espessura do pavimento estão de acordo com o projeto.

b) Controle Tecnológico

b.1) Umidade

- A umidade da areia deverá ser determinada de 2 em 2 horas, ou imediatamente após observada variação notável no abatimento do concreto.

b.2) Determinação do Abatimento

- Deverá ser feita segundo a norma ABNT (NBR-NM 67/98), cada vez que forem moldados corpos de prova para o ensaio de resistência à compressão.

b.3) Determinação de Resistência

b.3.1) Resistência de Controle

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

b.3.2) Moldagem dos Corpos de Prova



- A cada trecho de no máximo 2.500 metros quadrados de pavimento definido para inspeção, moldar aleatoriamente, de amassadas diferentes, no mínimo, 6 exemplares de corpos de prova, sendo cada exemplar constituído por no mínimo 2 corpos de prova prismáticos ou cilíndricos de uma mesma amassada, cujas dimensões, preparo e cura, deverão estar de acordo com a norma ABNT (NBR-5738/94 MB-2).
- Na identificação dos corpos de prova deverão constar a data da moldagem, classe do concreto, tipo do cimento, identificação da placa, ou estaqueamento, onde foi lançado o concreto e outras informações julgadas necessárias.

b.3.3) Ensaios

- Os corpos de prova deverão ser ensaiados aos 28 dias, a resistência à tração na flexão determinada nos corpos de prova prismáticos, conforme a norma ABNT (NBR-12142/91 MB-3483), e a resistência à compressão axial nos corpos de prova cilíndricos, de acordo com a norma ABNT (NBR-5739/94 MB-3).

c) Aceitação

c.1) Controle Geométrico

c.1.1) Acabamento Final

- Não serão admitidas variações na superfície acabada superior a 5 milímetros, para mais ou para menos.

c.1.2) Juntas

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

c.1.3) Barras de Transferência nas Juntas Transversais

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

c.1.4) Pavimento

- O trecho de pavimento será aceito quando:
 - A variação da largura da placa for inferior a $\pm 10\%$ em relação à definida no projeto, não se admitindo largura final da plataforma menor que a definida em projeto;
 - A espessura média do pavimento for igual ou maior que a espessura de projeto e a diferença entre o maior e o menor valor obtido para as espessuras for no máximo de 1,00 centímetro.
- Caso a espessura do pavimento seja inferior a do projeto, deverá ser feita a revisão, adotando para o trecho a espessura média encontrada e a resistência característica estimada para o concreto. Caso o trecho não seja aceito, deverá ser tomada uma das decisões:
 - O pavimento será reforçado;
 - Demolição e reconstrução do pavimento.
- Estes serviços serão executados sem ônus para a Contratante.

c.2) Controle Tecnológico

c.2.1) Mistura do Concreto



- Os erros máximos admitidos na mistura do material deverão ser de 2% para o cimento e agregados e 1,5% para água.

c.2.2) Resistência do Concreto

c.2.2.1) Resistência Característica

A resistência característica estimada do concreto do trecho inspecionado à tração na flexão, ou à compressão, será determinada a partir da expressão:

$$f_{ctmkest} = f_{ctm28} - k_s \text{ ou}$$

$$f_{ckest} = f_{c28} - k_s, \text{ onde:}$$

$f_{ctmkest}$ = valor estimado da resistência característica do concreto à tração na flexão

f_{ckest} = valor estimado da resistência característica do concreto à compressão axial

f_{ctm28} = resistência média do concreto à tração na flexão na idade de 28 dias

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

s = desvio padrão dos resultados

k = coeficiente de distribuição de Student

n = número de exemplares

O valor do coeficiente k é função da quantidade de exemplares do lote, cuja determinação será em função do risco de se rejeitar um serviço de boa qualidade, a ser assumido pela Contratada.

TABELA – AMOSTRAGEM VARIÁVEL

n	6	7	8	9	10	12	15	18	20	25	30	32	> 32
k	0,92	0,906	0,896	0,889	0,883	0,876	0,868	0,863	0,861	0,857	0,854	0,842	0,842

c.2.2.2) Aceitação Automática

O pavimento será aceito automaticamente, quanto a resistência do concreto, quando se obtiver as condições seguintes:

$$f_{ctmkest} \geq f_{ctmk} \text{ de projeto ou}$$

$$f_{ckest} \geq f_{ck} \text{ de projeto}$$



Sendo:

f_{ctmk} = valor de projeto da resistência característica do concreto à tração na flexão de projeto;

f_{ck} = valor de projeto da resistência característica do concreto à compressão axial de projeto.

c.2.2.3) Verificações Suplementares

- Quando não houver aceitação automática, deverão ser extraídos do trecho, em pontos uniformemente espaçados, no mínimo 6 corpos de prova cilíndricos de 15 centímetros de diâmetro, segundo a norma ABNT (NBR-7680/83 NB-695), ou corpos de prova prismáticos, conforme a norma ASTM C42, os quais serão ensaiados respectivamente à compressão e à tração na flexão. 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 será determinada a resistência característica, conforme procedimento indicado no item c.2.2.1, sendo aceito desde que atendida a condição exigida no item c.2.2.2.
- Caso esta condição não seja atendida, deverá ser feita a revisão do projeto, adotando para a resistência do concreto do trecho a resistência característica estimada e a espessura média determinada no controle geométrico.
- Se o trecho ainda não for aceito, será adotado uma das condições seguintes:
 - O pavimento será reforçado;
 - Demolição e reconstrução do pavimento.
- Estes serviços serão executados sem ônus para a Contratante.

5.2 CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND COM EQUIPAMENTO DE PEQUENO PORTE

a) Controle Geométrico e de Acabamento

a.1) Assentamento de Formas e Preparo da Concretagem

- Deverá ser feito o alinhamento e nivelamento do topo das formas, o qual deverá coincidir com a superfície de rolamento prevista.

a.2) Adensamento

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

a.3) Verificação Final

- Após executar cada trecho de pavimento definido para inspeção, proceder à relocação e nivelamento do eixo e bordos, de 20,00 em 20,00 metros ao longo do eixo, para verificar se a largura e a espessura do pavimento estão de acordo com o projeto.

b) Controle Tecnológico

b.1) Determinação do Abatimento



- Deverá ser feito segundo a ABNT (NBR-NM 67/98), cada vez que forem moldados corpos de prova para o ensaio de resistência à compressão.
- b.2) Determinação de Resistência
 - b.2.1) Resistência de Controle
 - Na inspeção do concreto deverá ser determinada a resistência à tração na flexão na idade de controle fixada no projeto, ou então a resistência à compressão axial, desde que tenha sido estabelecida, através de ensaios, correlação entre as resistências à tração na flexão e à compressão.
 - b.2.2) Moldagem dos Corpos de Prova
 - A cada trecho de no máximo 2.500 metros quadrados de pavimento, definido para inspeção, deverão ser moldados aleatoriamente e de amassadas diferentes, no mínimo 6 exemplares de corpos de prova, cada exemplar constituído por no mínimo 2 corpos de prova prismáticas ou cilíndricas de uma mesma amassada, cujas dimensões, preparo e cura deverão estar de acordo com a norma ABNT (NBR-5738/94 MB-2);
 - Na identificação dos corpos de prova deverão constar a data da moldagem, classe do concreto, tipo de cimento, identificação da placa, ou estaqueamento, onde foi lançado o concreto e outras informações julgadas necessárias.
 - b.2.3) Ensaios
 - Os corpos de prova deverão ser ensaiados aos 28 dias, sendo a resistência à tração na flexão determinada nos corpos de prova prismáticas, conforme a norma ABNT (NBR-12142/91 MB-3483) e a resistência à compressão axial nos corpos de prova cilíndricos, de acordo com a norma ABNT (NBR-5739/94 MB-3).
- c) Aceitação
 - c.1) Controle Geométrico
 - c.1.1.) Assentamento das Formas e Preparo para a Concretagem
 - Para o topo das formas, em relação a superfície de rolamento, serão admitidos desvios altimétricos de até 3 milímetros e diferenças planimétricas não superiores a 5 milímetros, com relação ao projeto;
 - Não será admitido espessura, ao longo de toda seção transversal, inferior a especificada no projeto.
 - c.1.2.) Adensamento
 - Não serão admitidas variações na superfície adensada superiores a 5 milímetros, para mais ou para menos.
 - c.1.3.) Juntas
 - Todas as juntas devem estar em conformidade com as posições indicadas no projeto, não se permitindo desvios de alinhamento superiores a 5 milímetros.
 - c.1.4.) Barras de Transferência nas Juntas Transversais
 - O desvio máximo das extremidades de uma barra, em relação à posição prevista no projeto, será de $\pm 1\%$ do comprimento da barra.
 - Em pelo menos dois terços das barras de uma junta, o desvio máximo será de $\pm 0,7\%$.
 - c.1.5.) Pavimento
 - O trecho do pavimento será aceito quando:



- A variação na largura da placa for inferior a $\pm 10\%$ em relação a definida no projeto, não se admitindo largura final da plataforma menor que a definida em projeto;
 - A espessura média do pavimento for igual ou maior que a espessura de projeto e a diferença entre o maior e o menor valor obtido para as espessuras for no máximo de 1 centímetro.
 - Caso a espessura média do pavimento seja inferior a do projeto, deverá ser feita a revisão, adotando para o trecho a espessura média encontrada e a resistência característica estimada para o concreto. Caso o trecho não seja aceito, deverá ser tomada uma das decisões:
 - O pavimento será reforçado;
 - Demolição e reconstrução do pavimento.
 - Estes serviços serão executados sem ônus para a Contratante.
- c.2) Controle Tecnológico
- c.2.1.) Mistura
- Os erros máximos admitidos na mistura do material deverão ser de 2% para o cimento e agregados e 1,5% para a água.
- c.2.2.) Resistência do Concreto
- c.2.2.1) Resistência Característica
- A resistência característica estimada do concreto do trecho inspecionado à tração na flexão, ou à compressão, será determinada a partir da expressão:
- $f_{ctmkest} = f_{ctm28} - k_s$ ou
- $f_{ckest} = f_{c28} - k_s$, onde:
- $f_{ctmkest}$ = valor estimado da resistência característica do concreto à tração na flexão;
- f_{ckest} = valor estimado da resistência característica do concreto à compressão axial;
- f_{ctm28} = resistência média do concreto à tração na flexão na idade de 28 dias;
- f_{c28} = resistência média do concreto à compressão axial na idade de 28 dias;
- s = desvio padrão dos resultados;
- k = coeficiente de distribuição de Student;
- n = número de exemplares.



O valor do coeficiente k é função da quantidade de exemplares do lote, cuja determinação será em função do risco de se rejeitar um serviço de boa qualidade, a ser assumido pela Contratada.

TABELA – AMOSTRAGEM VARIÁVEL

n	6	7	8	9	10	12	15	18	20	25	30	32	> 32
k	0,92	0,906	0,896	0,889	0,883	0,876	0,868	0,863	0,861	0,857	0,854	0,842	0,842

c.2.2.2) Aceitação Automática

O pavimento será aceito automaticamente, quanto a resistência do concreto, quando se obtiver as condições seguintes:

$$f_{ctm,kest} \geq f_{ctmk} \text{ de projeto ou}$$

$$f_{ck,kest} \geq f_{ck} \text{ de projeto}$$

Sendo:

f_{ctmk} = valor de projeto da resistência característica do concreto à tração na flexão;

f_{ck} = valor de projeto da resistência característica do concreto à compressão axial.

c.2.2.3) Verificações Suplementares

- Quando não houver aceitação automática, deverão ser extraídos do trecho, em pontos uniformemente espaçados, no mínimo 6 corpos de prova cilíndricos de 15 centímetros, segundo a norma ABNT (NBR-7680/83 NB-695), ou corpos de prova prismáticos, conforme a norma ASTM C42, os quais serão ensaiados respectivamente à compressão e à tração na flexão. Estes corpos de prova devem ser extraídos das placas que apresentarem a menor resistência no resultado do controle;
- Com os resultados obtidos nestes corpos de prova será determinada a resistência característica, conforme procedimento indicado no item c.2.2.1, sendo aceito desde que atenda a condição exigida no item c.2.2.2;
- Caso esta condição não seja atendida, deverá ser feita a revisão do projeto, adotando para a resistência do concreto do trecho a resistência característica estimada e a espessura média determinada no controle geométrico;
- Se o trecho ainda não for aceito, será adotado uma das condições seguintes:
 - O pavimento será reforçado;
 - Demolição e reconstrução do pavimento.
- Estes serviços serão executados sem ônus para a Contratante.



5.3 CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND COM EQUIPAMENTOS FORMA-TRILHO

- a) Controle Geométrico e de Acabamento
 - a.1) Assentamento de Formas e Preparo da Concretagem
 - Deverá ser feito o alinhamento e nivelamento do topo das formas, o qual deverá coincidir com a superfície de rolamento prevista.
 - a.2) Adensamento
 - A verificação da regularidade longitudinal da superfície deverá ser feita por meio de régua de 3 metros de comprimento.
 - a.3) Verificação Final
 - Após executar cada trecho de pavimento definido para inspeção, proceder à relocação e nivelamento do eixo e bordos, de 20,00 em 20,00 metros ao longo do eixo, para verificar se a largura e a espessura do pavimento estão de acordo com o projeto.
- b) Controle Tecnológico
 - b.1) Determinação do Abatimento
 - Deverá ser feito segundo a ABNT (NBR-NM 67/98), cada vez que forem moldados corpos de prova para o ensaio de resistência à compressão.
 - b.2) Determinação de Resistência
 - b.2.1) Resistência de Controle
 - Na inspeção do concreto deverá ser determinada a resistência à tração na flexão na idade de controle fixada no projeto, ou então a resistência à compressão axial, desde que tenha sido estabelecida, através de ensaios, correlação entre as resistências à tração na flexão e à compressão.
 - b.2.2) Moldagem dos Corpos de Prova
 - A cada trecho de no máximo 2.500 metros quadrados de pavimento, definido para inspeção, deverão ser moldados aleatoriamente e de amassadas diferentes, no mínimo 6 exemplares de corpo prova, cada exemplar constituído por no mínimo 2 corpos de prova prismáticas ou cilíndricas de uma mesma amassada, cujas dimensões, preparo e cura deverão estar de acordo com a norma ABNT (NBR-5738/94 MB-2);
 - Na identificação dos corpos de prova deverão constar a data da moldagem, classe do concreto, tipo de cimento, identificação da placa, ou estaqueamento, onde foi lançado o concreto e outras informações julgadas necessárias.
 - b.2.3) Ensaios
 - Os corpos de prova deverão ser ensaiados aos 28 dias, a resistência à tração na flexão determinada nos corpos de prova prismáticas, conforme ABNT (NBR-12142/91 MB-3483) e a resistência à compressão axial nos corpos de prova cilíndricos, de acordo com a norma ABNT (NBR-5739/94 MB-3).
- c) Aceitação
 - c.1) Controle Geométrico
 - c.1.1.) Assentamento das Formas e Preparo para a Concretagem
 - Para o topo das formas em relação a superfície de rolamento serão admitidos desvios altimétricos de até 3 milímetros e diferenças planimétricas não superiores a 5 milímetros com relação ao projeto;



- Não será admitido espessura, ao longo de toda seção transversal, inferior a especificada no projeto.
- c.1.2.) Adensamento
 - Não serão admitidas variações na superfície adensada superiores a 5 milímetros, para mais ou para menos.
- c.1.3.) Juntas
 - Todas as juntas devem estar em conformidade com as posições indicadas no projeto, não se permitindo desvios de alinhamento superiores a 5 milímetros.
- c.1.4.) Barras de Transferência nas Juntas Transversais
 - O desvio máximo das extremidades de uma barra, em relação à posição prevista no projeto, será de $\pm 1\%$ do comprimento da barra.
 - Em pelo menos dois terços das barras de uma junta, o desvio máximo será de $\pm 0,7\%$.
- c.1.5.) Pavimento
 - O trecho do pavimento será aceito quando:
 - A variação na largura da placa for inferior a $\pm 10\%$ em relação a definida no projeto, não se admitindo largura final da plataforma menor que a definida em projeto;
 - A espessura média do pavimento for igual ou maior que a espessura de projeto e a diferença entre o maior e o menor valor obtido para as espessuras for no máximo de 1 centímetro.
 - Caso a espessura média do pavimento seja inferior a do projeto, deverá ser feita a revisão, adotando para o trecho a espessura média encontrada e a resistência característica estimada para o concreto. Caso o trecho não seja aceito, deverá ser tomada uma das decisões:
 - O pavimento será reforçado;
 - Demolição e reconstrução do pavimento.
 - Estes serviços serão executados sem ônus para a Contratante.
- c.2) Controle Tecnológico
 - c.2.1.) Mistura do Concreto
 - Os erros máximos admitidos na mistura do material deverão ser de 2% para o cimento e agregados e 1,5% para a água.
 - c.2.2.) Resistência do Concreto
 - c.2.2.1) Resistência Característica

A resistência característica estimada do concreto do trecho inspecionado à tração na flexão, ou à compressão, será determinada a partir da expressão:

$$f_{ctmkest} = f_{ctm28} - k_s \text{ ou}$$
$$f_{ckest} = f_{c28} - k_s, \text{ onde:}$$

$f_{ctmkest} =$	valor estimado da resistência característica do concreto à tração na flexão;
$f_{ckest} =$	valor estimado da resistência característica do concreto à compressão axial;



PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA

PAVIMENTO RÍGIDO – BASE E REVESTIMENTO

PMC-ES 039/99

Especificação de Serviço

Página 29 de 30

f_{ctm28} = resistência média do concreto à tração na flexão na idade de 28 dias;

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

s = desvio padrão dos resultados;

k = coeficiente de distribuição de Student;

n = número de exemplares.

O valor do coeficiente k é função da quantidade de exemplares do lote, cuja determinação será em função do risco de se rejeitar um serviço de boa qualidade, a ser assumido pela Contratada.

TABELA – AMOSTRAGEM VARIÁVEL

n	6	7	8	9	10	12	15	18	20	25	30	32	> 32
k	0,92	0,906	0,896	0,889	0,883	0,876	0,868	0,863	0,861	0,857	0,854	0,842	0,842

c.2.2.2) Aceitação Automática

O pavimento será aceito automaticamente quanto a resistência do concreto, quando se obtiver as condições seguintes:

$f_{ctmkest} \geq f_{ctmk}$ de projeto ou

$f_{ckest} \geq f_{ck}$ de projeto

Sendo:

f_{ctmk} = valor de projeto da resistência característica do concreto à tração na flexão;

f_{ck} = valor de projeto da resistência característica do concreto à compressão axial.

c.2.2.3) Verificações Suplementares

- Quando não houver aceitação automática, deverão ser extraídos do trecho, em pontos uniformemente espaçados, no mínimo 6 corpos de prova cilíndricos de 15 centímetros, segundo a norma ABNT (NBR-7680/83 NB-695), ou corpos de prova prismáticos, conforme a norma ASTM C42, os quais serão ensaiados respectivamente à compressão e à tração na flexão. Estes corpos de prova devem ser extraídos das placas que apresentarem a menor resistência no resultado do controle;
- Com os resultados obtidos nestes corpos de prova será determinada a resistência característica, conforme procedimento



indicado no item c.2.2.1, sendo aceito desde que atenda a condição exigida no item c.2.2.2;

- Caso esta condição não seja atendida, deverá ser feita a revisão do projeto, adotando para a resistência do concreto do trecho a resistência característica estimada e a espessura média determinada no controle geométrico;
- Se o trecho ainda não for aceito, deverá ser adotado uma das condições seguintes:
 - O pavimento será reforçado;
 - Demolição e reconstrução do pavimento.
- Estes serviços serão executados sem ônus para a Contratante.

6. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Os serviços efetivamente realizados e aceitos serão medidos de acordo com os seguintes critérios:

a) Placa de Concreto

Será medida em metros cúbicos, sendo o volume apurado pelo método da média das áreas, sendo considerada a menor área entre a de projeto e a efetivamente realizada. O preço do serviço inclui a proteção da superfície.

b) Juntas Transversais

Serão medidos em metros lineares, sendo considerada a menor dimensão dentre o efetivamente realizado e o definido em projeto. O preço do serviço inclui as barras de transferência.

c) Juntas Longitudinais

Serão medidas em metros lineares, sendo considerada a menor dimensão dentre o efetivamente realizado e o definido em projeto. O preço do serviço inclui as barras de ligação.

d) Cura de Placa de Concreto

Será medida em metros quadrados, sendo considerada a menor área dentre a efetivamente realizada e a de projeto.

7. PAGAMENTO

O pagamento será feito após medição com base nos preços unitários contratuais.