

**SECRETARIA DE
TRANSPORTES**



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS

SECRETARIA DOS TRANSPORTES

**CONCESSÃO DOS SERVIÇOS DE TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO DE
PASSAGEIROS NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS/SP**

APÊNDICE 13.3 – MANUTENÇÃO DAS FAIXAS DE CONCRETO

CAMPINAS

JULHO/2022

1. DEFEITOS NOS PAVIMENTOS DE CONCRETO (DEFEITOS RECUPERÁVEIS E IRRECUPERÁVEIS)

1.1 Introdução

1.1.1. Neste Anexo, descrevem-se as origens dos defeitos que normalmente ocorrem nos pavimentos de concreto, os seus graus de severidade, especialmente daqueles considerados críticos quanto à segurança e ao desempenho do pavimento em serviço.

1.1.2. Em função destas condições, são relacionados os defeitos considerados recuperáveis, isto é, que não implicam na remoção parcial ou total da placa de concreto e aqueles considerados irrecuperáveis, cuja solução é a demolição da placa defeituosa e execução de uma nova placa de pavimento, incluindo, neste caso, aqueles que exigem também a remoção e recuperação da própria fundação do pavimento e da sua sub-base.

1.2 Origem dos defeitos

1.2.1. Os defeitos que surgem nos pavimentos de concreto, são decorrentes de deficiências, tanto no projeto como na sua execução, como também podem ser decorrentes de uma falta de manutenção permanente ou de uma operação inadequada.

1.2.2. Deficiências nas investigações e estudos preliminares

1.2.2.1. As investigações e os estudos preliminares realizados no trecho a ser pavimentado exercem grande importância na definição dos parâmetros de projeto e na definição dos métodos executivos.

1.2.2.2. Os principais aspectos que podem influir no comportamento do pavimento e na sua degradação, a partir das investigações e dos estudos preliminares, são:

a) Dimensionamento de pavimento de concreto

- I. O estudo do traço para o concreto do pavimento difere daquele feito para outros tipos de estrutura, devido às condições especiais de comportamento desta estrutura.
- II. O concreto para pavimento deve ser estudado em laboratório para atender à resistência característica à tração na flexão definida no projeto e determinada conforme as Normas ABNT NBR 5738:2003 e ABNT NBR 12142:1991, além de apresentar uma baixa exsudação, determinada conforme a Norma ABNT NBR NM 102:1996, e uma elevada resistência ao desgaste.
- III. O concreto também deve apresentar um consumo de água por m³ de concreto não superior a 180 l/m³, para evitar ou minimizar a retração por perda d'água e a fissuração dela decorrente.

1.2.3. Defeitos de projeto

1.2.3.1. Os defeitos decorrentes de projeto inadequado podem ser:

a) Dimensionamento deficiente do pavimento

- I. O dimensionamento de um pavimento deve ser considerado deficiente quando:
 - i. For adotada uma estatística de tráfego irreal, abaixo daquela que efetivamente incide no pavimento ou então de uma projeção de aumento do tráfego com o tempo que não seja condizente com a expectativa de progresso da região servida por este pavimento;
 - ii. Não forem determinadas as condições de suporte do subleito, mediante a realização de ensaios de prova de carga estática, ou determinação do CBR e de expansão do solo, conforme a Norma ABNT NBR 9895:1986;
 - iii. A espessura do pavimento não for determinada corretamente, em função do tráfego previsto, tanto atual como futuro, da capacidade de suporte do sistema subleito/sub-base, da expansão ou deformação do subleito, devido à variação de umidade e da resistência à tração na flexão prevista para o concreto;
 - iv. Não intercalar uma sub-base entre a placa de concreto e o subleito ou dimensionar esta sub-base com espessura não condizente com o tipo de material empregado em sua execução;
 - v. Não considerar no dimensionamento da espessura do pavimento, as deformações de empenamento da placa, devido às variações da temperatura ambiente, da umidade do ar e da saturação do subleito devido às chuvas.

b) Projeto geométrico inadequado das placas do pavimento

- I. A geometria do pavimento deve ser considerada inadequada quando:
 - a. Os comprimentos e as larguras das placas tiverem dimensões acima dos limites estabelecidos para pavimentos simples ou armados;

- b. As placas formarem figuras geométricas diferentes de retângulos ou quadrados, tais como triângulos, trapézios, losangos ou outras;
- c. As intersecções das juntas com as bordas não formarem ângulos retos;
- d. Nas intersecções de pistas, especialmente quando estas intersecções forem esconsas, com as juntas formando ângulos agudos.

c) Projeto inadequado das juntas

- I. O projeto das juntas é inadequado quando:
- II. Os dispositivos de transferência de cargas, nestas juntas, não forem compatíveis com a intensidade do tráfego no pavimento ou com as condições de suporte do subleito;
- III. Quando não forem previstas barras de ligação nas juntas longitudinais das placas próximas das bordas do pavimento;
- IV. Não forem previstas juntas de dilatação nas placas adjacentes a obstáculos fixos, como encontros de pontes, prédios ou outros, e quando a abertura destas juntas não for corretamente dimensionada para o comprimento de pavimento abrangido por esta junta.

d) Projeto de drenagem inadequado

- I. O projeto de drenagem, com os seus caimentos adequados evitam, além dos problemas de aquaplanagem, a saturação do subleito, que, aliada à passagem do tráfego, contribui para a ocorrência de bombeamento dos finos do subleito, fissuração nas placas, formação de degraus entre placas adjacentes, assentamento das placas e evitam ou retardam a degradação destas placas ao longo do tempo.

1.2.4. Deficiências executivas

- 1.2.4.1. As principais deficiências executivas que contribuem para o surgimento de defeitos no pavimento são:

a) Emprego de agregados graúdos com excesso de pó

- I. Os agregados com excesso de pó, especialmente o pó nele aderente, reduzem a ligação da pasta de cimento com este agregado, reduzindo a resistência à tração do concreto.
- II. O concreto do pavimento, especialmente o pavimento de concreto simples, tendo menor resistência à tração, terá uma vida útil menor, além de estar mais suscetível à fissuração.

b) Existência de juntas frias

- I. O atraso no lançamento do concreto, deixando a frente de concretagem exposta por um período longo, provoca uma junta fria, que mais tarde se refletirá em uma trinca neste local.
- II. Esta trinca ou fissura também pode ocorrer, mesmo que o tempo de exposição da frente de concretagem seja um pouco inferior ao tempo de início de pega do concreto.

c) Atraso na serragem das juntas

- I. O atraso na serragem das juntas promove o surgimento de fissuras transversais no pavimento.
- II. A serragem feita muito cedo, quando o concreto ainda não tem uma resistência suficiente para suportá-la, irá provocar fissuras paralelas à junta e próximas dela, que futuramente irão gerar o esborcinamento dos cantos da junta.

d) Corte deficiente de juntas

- I. A profundidade de serragem da junta deve ser aquela definida no projeto, devendo variar de 1/4 a 1/6 da espessura do pavimento de concreto.
- II. Se o corte for feito em uma profundidade menor, não será suficiente para induzir a fissura neste local, podendo ela surgir em outro local do pavimento.

e) Colocação deficiente dos dispositivos de transferência de carga

- I. Estes dispositivos são as barras de aço que devem estar paralelas e niveladas, colocadas na localização e com o espaçamento definidos no projeto.

- II. A colocação de barras desniveladas e não paralelas entre si causa fissuração paralela à junta e próximo dela.
- III. Outro engano muito cometido na montagem destas barras na junta tem sido o de amarrar a extremidade do trecho engraxado destas barras a um caranguejo, por meio de um arame recozido, com a finalidade de impedir o deslocamento destas barras durante a concretagem da placa.
- IV. Esta amarração irá impedir a movimentação das barras no interior da placa, dando origem a fissuras também paralelas à junta e próximas dela.

f) Falta de proteção durante a concretagem de uma placa

- I. Durante a concretagem de uma placa, especialmente em local de alta temperatura ambiente e que tenha baixa umidade relativa do ar e incidência de ventos, há uma maior tendência para a evaporação da água do concreto, que produzirá microfissuras no pavimento, que mais tarde se transformarão em fissuras ou trincas.
- II. Para contornar este problema e evitar futuros defeitos no pavimento, a placa ou placas que estão sendo concretadas devem ser protegidas contra a ação daquelas intempéries, mediante a colocação de coberturas sobre estas placas ou a produção de uma neblina artificial no local da concretagem, mediante a colocação de fog-sprays dispostos próximos das bordas das placas.
- III. Depois do término do adensamento e no período que o concreto ainda não iniciou a sua pega, deve a superfície do pavimento ser protegida por uma cobertura de lençol plástico até o momento de se poder realizar a cura desta superfície.

g) Cura deficiente

- I. A falta de cura ou uma cura deficiente provoca no pavimento fissuras de retração plástica ou de perda d'água.

h) Má colocação do lençol de plástico entre a placa e a sub-base

- I. O lençol de plástico, colocado sobre a sub-base, deve estar bem esticado, sem formar protuberâncias, que reduzem a seção do concreto nestes pontos, o que pode causar fissuração por deficiência estrutural.

i) Vedação deficiente das juntas

- I. As juntas devem ser seladas o mais rápido possível, para evitar a penetração de elementos estranhos na junta, especialmente de materiais incompressíveis.
- II. Antes da aplicação do material selante, as juntas devem estar perfeitamente limpas.
- III. Se isto não for feito, a aplicação do material selante pode ser prejudicada, reduzindo a sua vida útil.
- IV. Outro aspecto que também deve ser considerado é a proteção do material selante, nos instantes iniciais da sua aplicação, contra a ação de raios ultravioletas ou contra vibrações de qualquer natureza.
- V. Estes efeitos podem causar uma fissuração esparsa do material selante, uma fissuração longitudinal ou então o descolamento deste material das paredes da junta, tornando necessária uma substituição do material em prazo muito curto.

j) Emprego de material selante de baixa qualidade

- I. O material selante de baixa qualidade tem vida útil muito curta, o que exigirá a sua substituição em prazo curto.
- II. Se esta substituição não for feita imediatamente, pode haver a penetração de água pela junta, o que causa a saturação da sub-base ou do subleito, além da penetração na junta de materiais incompressíveis, que provocarão a destruição paulatina dos cantos da junta, em decorrência da movimentação das placas do pavimento devido à variação da temperatura ambiente ou da umidade do concreto.

1.2.5. Deficiências na operação do pavimento

1.2.5.1. Na operação do pavimento de concreto, podem ocorrer as seguintes deficiências:

a) Tráfego com excesso de carga

- I. O excesso de carga no pavimento pode conduzir à fissuração deste pavimento, caso o dimensionamento da sua espessura não tenha considerado este excesso de carga, como também pode acelerar o processo de fadiga, fazendo com que pavimento tenha a sua vida útil reduzida.

b) Falta de manutenção do material selante das juntas

c) Desentupimento de bueiros e drenos

- I. O entupimento de bueiros e drenos pode causar a saturação da fundação do pavimento, que reduz a sua capacidade de suporte, cujas consequências são a fissuração do pavimento, bombeamento, placa bailarina e outras anomalias.

d) Demora no reparo dos defeitos

- I. O reparo dos defeitos de um pavimento deve ser feito tão logo eles ocorram.
- II. A demora para execução deste reparo ocasiona um aumento progressivo do defeito, aumentando, portanto, o seu grau de severidade, que pode conduzir à necessidade de uma substituição total da placa.

e) Não tratamento imediato das placas bailarinas

- I. A reparação de uma placa bailarina deve ser feita imediatamente, sob pena de que a contínua passagem de tráfego irá, com o tempo, provocar fissuração e a destruição total desta placa.

f) Descuido na remoção imediata de produtos agressivos ao concreto lançados no pavimento.

- I. Quando houver a ocorrência de acidentes com veículos transportadores de produtos que sejam agressivos ao concreto, deve ser imediata a remoção destes fluidos por lavagem ou por outro processo específico para o tipo de produto derramado sobre o pavimento.
- II. A permanência destes produtos sobre o pavimento pode causar danos irreversíveis ao mesmo.

1.3. Grau de severidade dos defeitos

- 1.3.1. O grau de severidade ou de gravidade dos defeitos aumenta com o tempo, quando a manutenção deste pavimento for inexistente.
- 1.3.2. Um defeito que no início estava apresentando um grau de severidade baixo e que podia ser facilmente recuperado pode, por falta de manutenção, tornar-se muito severo, a ponto de inviabilizar a sua recuperação, sendo necessária a demolição parcial ou total da placa com este defeito.

1.4. Defeitos críticos quanto à segurança e desempenho do pavimento

- 1.4.1. Os defeitos que colocam em risco a segurança, tanto do pavimento como dos veículos que nele trafegam, além de provocar desconforto no tráfego, são:
- a) Alçamento das placas;
 - b) Fissuras de canto;
 - c) Placa dividida;
 - d) Degrau nas juntas;
 - e) Bombeamento;
 - f) Quebra de cantos das juntas;
 - g) Placa bailarina;
 - h) Assentamento;
 - i) Buracos; e
 - j) Transmissão deficiente da carga nas juntas transversais.
- 1.4.2. Logicamente, quanto maior for o grau de severidade destes defeitos, mais inseguro e desconfortável será o tráfego neste pavimento e maiores serão as possibilidades de, em prazo muito curto, ser necessária a remoção parcial ou total da placa com estes defeitos.

1.5. Defeitos recuperáveis

- 1.5.1. Os defeitos recuperáveis são aqueles cujas causas que lhe deram origem podem ser eliminadas após a sua recuperação.

1.5.2. A quantidade e extensão dos defeitos existentes em uma placa também determinam a viabilidade de recuperação desta placa ou a sua demolição.

1.5.3. A decisão sobre a recuperação dos defeitos é feita com base na inspeção visual do pavimento, e pelo valor obtido no Índice de Condição do Pavimento (IPC).

1.5.4. Descrição dos defeitos recuperáveis

1.5.4.1. Em princípio, todo o defeito que apresenta um grau de severidade baixo ou médio pode ser recuperado.

1.5.4.2. Alguns defeitos, entretanto, que são decorrentes de falhas na fundação, subdimensionamento da espessura, das placas, emprego de materiais inadequados no concreto e emprego de concreto de má qualidade são de recuperação problemática, ineficiente ou inviável, mesmo que estes defeitos ainda apresentem um baixo grau de severidade.

1.5.4.3. Os defeitos recuperáveis serão, portanto:

a) Fissuras transversais e longitudinais

- I. A recuperação destas fissuras é viável se elas forem decorrentes de retração ou deformações volumétricas da placa.

b) Escalonamento ou degrau nas juntas

- I. O escalonamento nas juntas, caso não tenha sido provocado por falha na fundação ou deficiência dos dispositivos de transmissão de carga nas juntas, pode ser reparado por injeções de calda de cimento sob a placa ou por esmerilhamento da placa, tornando este escalonamento gradual, ao invés de abrupto.

c) Resselagem das juntas

- I. Substituição de um material selante avariado por outro de melhor qualidade.

d) Desgaste superficial

- I. O desgaste superficial do pavimento, deixando à mostra os agregados graúdos, pode ser reparado pela aplicação de uma fina camada de pasta ou argamassa de cimento, com adição de emulsão adesiva.

e) Bombeamento

- I. Substituição do material bombeado por injeção de calda de cimento sob o pavimento, para recomposição do subleito.

f) Quebras localizadas

- I. Recuperação dos cantos quebrados por meio de argamassas poliméricas.

g) Esborcinamento dos cantos de bordas e juntas

- I. Recuperação dos cantos esborcinados por meio de argamassas poliméricas.

h) Fissuras tipo rendilhado

- I. Aplicação, sobre a região com este tipo de fissura, de uma fina camada de pasta ou argamassa de cimento, com adição de emulsão adesiva.

i) Buracos

- I. Reparação dos buracos, dependendo do seu tamanho, com argamassa ou concreto, com aplicação prévia de material adequado, que sirva como —ponte de aderência entre o material existente e o novo.

1.5.5. Condições para que o defeito seja considerado como recuperável

1.5.5.1. A recuperação de um defeito tem por finalidade restabelecer as condições originais do pavimento.

1.5.5.2. Quando esta recuperação for suficiente para eliminar as causas que deram origem ao defeito, o pavimento existente amplia o seu tempo de vida útil.

1.5.5.3. Quando isto for possível, o defeito existente é considerado recuperável, não sendo necessária a demolição total ou parcial da placa.

1.6. Defeitos irrecuperáveis

- 1.6.1. Quando não for possível, por meio de reparação de um defeito, eliminar as causas que lhe deram origem, o defeito é considerado irrecuperável, devendo a placa ser demolida parcial ou totalmente.
- 1.6.2. Em alguns casos, os defeitos existentes em uma placa, apesar de serem recuperáveis, se apresentam em grande quantidade e extensão, que tornam inviável a recuperação desta placa, decidindo-se pela sua demolição.
- 1.6.3. Quando os defeitos existentes nas placas têm a sua origem no dimensionamento deficiente destas placas, costuma-se recuperá-las mediante o aumento da sua espessura, pela execução de uma camada de concreto sobre elas, denominada de *overlay*.
- 1.6.4. A decisão sobre a demolição total ou parcial de uma placa é feita com base na inspeção visual do pavimento, e pelo valor obtido no Índice de Condição do Pavimento (ICP).

1.6.5. Descrição dos defeitos irrecuperáveis

- 1.6.5.1. Os defeitos considerados irrecuperáveis são aqueles considerados críticos, e, geralmente, aqueles que apresentam um alto grau de gravidade ou severidade.
- 1.6.5.2. Estes defeitos são:
 - a) Alçamento das placas;
 - b) Fissuras de canto;
 - c) Placa dividida;
 - d) Buracos.
- 1.6.5.3. Ou uma grande quantidade e grande extensão de outros defeitos em uma mesma placa.

1.6.6. Justificativas para que o defeito seja identificado como irrecuperável

- 1.6.6.1. As justificativas para se considerar um defeito como irrecuperável são:

1.6.6.2.A causa ou causas que lhe deram origem não podem ser eliminadas pela recuperação do defeito, tais como deficiências na fundação; subdimensionamento ou fadiga do pavimento; deficiência no dispositivo de transmissão de carga nas juntas; e a grande extensão e quantidade de defeitos existentes em uma placa.

1.6.7. Delimitação do trecho a ser demolido

1.6.7.1.A decisão ou delimitação do trecho de pavimento a ser demolido deve ser feita com base na inspeção visual do mesmo, e no valor obtido para o Índice de Condição do Pavimento (ICP).

1.7. Referência

Publicação IPR-737 - “Manual de Recuperação dos Pavimentos Rígidos”, DNIT, 2010.