



ESCOLA POLITÉCNICA DA USP
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
DE TRANSPORTES



SEMINÁRIO 2: INSPEÇÃO VISUAL DE PAVIMENTOS DE CONCRETO

PTR3521: AVALIAÇÃO E REABILITAÇÃO DE PAVIMENTOS

Aluno NUSP

Daniel Eliezer 8994095

Pedro Monzu 8987909

SÃO PAULO, JUNHO DE 2018

Introdução

A norma DNIT 060/2004 – PRO apresenta a metodologia sistemática para avaliar as condições de pavimentos de concreto de cimento Portland. Vale destacar que a terminologia utilizada na mesma é padronizada na norma DNIT 061/2004 – PRO (Terminologia), enquanto o cálculo do ICP é descrito na norma DNIT 062/2004 – PRO (Avaliação Objetiva).

Conceitos:

A norma inicialmente apresenta dois conceitos que serão fundamentais para avaliação do pavimento, são eles:

Severidade - que classifica cada tipo defeito em função de sua frequência, dimensão, impacto sobre segurança e conforto.

Índice de Condição do Pavimento: utilizado para verificar as condições das rodovias. Seu cálculo não está descrito no texto da norma, porém é utilizado pelos engenheiros nos procedimentos seguintes de avaliação objetiva do pavimento.

Etapas

A inspeção visual dos pavimentos é dividida em 4 etapas sendo elas:

1. Definição dos trechos
Baseada em dados de campo, informações documentadas ou indícios que mostrem necessidade em certos trechos.
2. Determinação do tipo de inspeção
Existem dois tipos de inspeção: em todo o trecho e por amostragem.
3. Levantamento dos defeitos visíveis
Estabelece os procedimentos preliminares (planejamento, segurança e limpeza) à inspeção, e define como é a execução do levantamento (tipo de defeito, grau de severidade e a contagem das placas realizada). As amostras que apresentarem defeitos atípicos (defeito pouco comum com ocorrência em geral na interrupção do pavimento) serão consideradas como adicionais, sendo necessário selecionar outra amostra caso esta tenha sido escolhida anteriormente para inspeção.
4. Catalogação dos dados
Os defeitos levantados são catalogados na ficha de inspeção padrão anexada no fim da norma.

Tipo de Inspeção

A inspeção em todo o trecho acaba por ser mais dispendiosa de recursos financeiros, pessoal e tempo. Recomenda-se apenas para rodovias de pequena extensão, porém é necessária em casos elaboração de contratos manutenção ou reparos visto a necessidade de se catalogar todos os defeitos presentes na via.

Na inspeção por amostragem o engenheiro determina um número de amostras a ser avaliadas com base em método estatístico de forma a selecionar um número mínimo capaz de representar todo o trecho. O número mínimo de amostras é obtido através da

fórmula seguinte, na qual “N” é o total de amostras, “e” é o erro admissível e “S” é o desvio padrão do ICP.

$$n = \frac{NS^2}{\frac{e^2}{4}(N-1) + S^2}$$

A norma também recomenda o método de amostragem sistemática no caso de trechos com mais de 9 amostras. Este método define o espaçamento “i” sendo o inteiro imediatamente menor que N/n. Basta selecionar a amostra inicial contida entre 1 e “i”, e em seguida adicionar sucessivamente o valor de i para obtenção das demais amostras a serem inspecionadas.

Tipos de defeitos visuais:

Serão apontados a seguir os defeitos definidos pelas normas (DNIT 060/2004 e DNIT 061/2004) que devem ser catalogados nas inspeções, bem como orientações para realizar esse registro. Tais orientações são bastante claras, e em muitos casos, não foram necessárias novas explicações sobre os defeitos ou os métodos.

1. Alçamento (blow-up)

- Desnívelamento das placas nas juntas ou nas fissuras transversais associadas a ausência ou deficiência de juntas de dilatação
- Causado por pressão e esmagamento de placa contra placa em juntas muito solicitadas por esforços horizontais.



a) Grau de Severidade:

- Baixo (B): o defeito causa um baixo desconforto de rolamento,
- Médio (M): o defeito causa um médio desconforto de rolamento, sem causar prejuízo ao tráfego,
- Alto (A): o defeito compromete a segurança de rolamento e provoca interrupções no escoamento do tráfego, devendo ser imediatamente reparado.

b) Contagem:

- Quando o alçamento ocorrer em uma fissura, ele será registrado como ocorrendo em uma única placa,
- Quando localizar-se em uma junta atingindo duas placas, ambas deverão ser contadas.

2. Fissura de Canto

- É a fissura que intercepta as juntas a uma distancia menor ou igual à metade do comprimento das bordas ou juntas do pavimento (longitudinal e transversal)
- Geralmente atinge toda a espessura da placa



a) Grau de Severidade:

- Baixo (B): a área compreendida entre a fissura de canto e as juntas não está fissurada,
- Médio (M): a área compreendida entre a fissura de canto e as juntas apresenta no máximo duas fissuras;
- Alto (A): a área compreendida entre a fissura de canto e as juntas apresentam mais de duas fissuras.

b) Contagem

Conta-se uma placa defeituosa quando esta possuir :

- Uma única fissura de canto
- Mais de uma fissura de canto com o mesmo grau de severidade,
- Duas ou mais fissuras de canto com diferentes graus de severidade (nesse caso apenas o grau de severidade mais elevado é registrado).

3. Placa Dividida

É a placa que apresenta fissuras dividindo-a em 4 partes



a) Grau de Severidade

Severidade da maioria das fissuras	Número de pedaços em que a placa está dividida		
	4 a 5	6 a 8	Mais de 8
B	B	B	M
M	M	M	A
A	M	A	A

b) Contagem

Se a placa tiver um grau de severidade médio ou alto, nenhum outro defeito deverá ser registrado.

4. Escalonamento ou degrau nas juntas

- Deslocamentos verticais diferenciados e permanentes entre uma placa e outra adjacente, na região da junta
- Associada a perda de suporte da placa e ao recalque diferencial entre elas
- Pode ocorrer em fissuras transversais e longitudinais



a) Grau de severidade: definido pelo valor do desnível na junta.

b) Contagem:

Só uma placa é contada quando o defeito ocorrer em uma junta.

Nota: o desnível em uma fissura não é tido como defeito isolado, mas é levado em conta para se definir o grau de severidade dessa fissura.

5. Falha na selagem das juntas

É qualquer avaria no material selante que possibilite o acúmulo de material incompressível na junta ou que permita a infiltração de água. As principais falhas observadas no material selante são:

– rompimento, por tração ou compressão;

- extrusão do material;
- crescimento de vegetação;
- endurecimento (oxidação) do material;
- perda de aderência às placas de concreto;
- quantidade deficiente de selante nas juntas.

Trata-se de um dos maiores problemas observados nos pavimentos de concreto, e em muitas ocasiões é causada pela falha na execução da selagem, por espessura insuficiente de material, problemas em sua cura, ou falhas na limpeza.



a) Grau de Severidade:

- Baixo (B): o selante apresenta bom estado e desempenho em todo o trecho, com um mínimo de defeitos em áreas localizadas.
- Médio (M): o selante apresenta condições razoáveis em todo o trecho, com um ou mais tipos de defeitos ocorrendo em grau moderado.
- Alto (A): o selante está em más condições, apresentando um ou mais tipos de defeitos em graus elevados, necessitando de substituição imediata.

b) Contagem:

A quantidade de defeitos é baseada na relação entre as condições gerais do selante e a área global considerada.

6. Desnível pavimento – acostamento

- É o degrau formado entre o acostamento e a borda do pavimento.
- Geralmente é um defeito construtivo, mas pode ser causada por perda de suporte da placa e o recalque diferencial das duas placas.



a) Grau de Severidade:

Grau de severidade	Desnível (mm)
B	25 a 50
M	>50 a 100
A	>100

Nota: A partir do grau de severidade M recomenda-se que o reparo seja feito imediatamente, para evitar o comprometimento da segurança de rolamento.

b) Contagem:

O desnível é caracterizado pela média entre o menor e o maior valor observado numa mesma placa; cada placa é registrada separadamente com o respectivo grau de severidade.

7. Fissuras Lineares

São fissuras que atingem toda a espessura da placa de concreto, dividindo-a em duas ou três partes. Podem ser transversais, longitudinais ou diagonais.



a) Grau de Severidade:

- Baixo (B): Fissuras sem tratamento (selagem), com menos de 12mm de largura, ou fissuras com qualquer abertura, com tratamento em boas condições. Não existem degraus
 - Médio (M): quando ocorre uma das condições seguintes:
 - fissuras sem tratamento, com abertura entre 12 e 50mm, medida na parte superior da placa de concreto
 - fissuras sem tratamento, com abertura de até 50mm e degraus com menos de 10mm, medida na parte superior da placa de concreto;
 - fissuras com tratamento, com qualquer abertura e com degrau menor que 10mm, medida na parte superior da placa de concreto;
 - Alto (A): quando se observa uma das condições:
 - fissuras não tratadas com abertura superior a 50mm, medida na parte superior da placa de concreto;
 - fissuras que apresentam degraus com mais de 10mm, tratadas ou não.
- Nota: fissuras capilares, curtas e que não atingem toda a espessura da placa são tidas como “fissuras de retração plástica”.
- fissuras com médio e alto de graus de severidade são normalmente consideradas como defeitos estruturais.

b) Contagem:

- O número de defeitos em uma placa dependerá do grau de severidade deste defeito,
- Se ocorrem duas fissuras com

8. Remendos

- Remendos mal feitos podem causar inconvenientes como fissuras nos cantos e afundamentos, prejudicando o rolamento
- Grandes Remendos: Área do pavimento maior que 0,45 m²
- Pequenos Remendos: Área do pavimento menor que 0,45 m²



a) Grau de Severidade:

- Baixo (B) : reparo apresenta bom desempenho, com pouca ou nenhuma deterioração;
- Médio (M) : reparo parcialmente deteriorado ou com esborcinamento das bordas; o material de reparo pode ser removido com algum esforço;
- Alto (A): reparo deteriorado; sendo necessária a sua substituição imediata.

b) Contagem:

- se uma placa tiver mais de um reparo, será considerado apenas o de maior grau de severidade.
- se os graus de severidade dos reparos forem iguais, considera-se apenas um reparo.

Nota: se a causa do reparo for mais grave, apenas o defeito original é anotado.

9. Desgaste Superficial

Descolamento da argamassa superficial, fazendo com que os agregados aflorem na superfície do pavimento, e com o tempo fica com sua superfície polida.

Defeito construtivo, por excesso de vibração ou desempenamento da superfície, que causa a migração de pasta de cimento para cima.



- a) Grau de Severidade : não há uma definição de graus de severidade, entretanto o defeito deverá ser anotado.
- b) Contagem : faz-se o apontamento de cada placa que apresente o desgaste superficial.

10. Bombeamento de Finos

Consiste na expulsão de finos plásticos existentes no solo de fundação do pavimento, através das juntas, bordas ou trincas, quando da passagem das cargas solicitantes.

Esse empobrecimento das camadas inferiores através das trincas ou bordas, provoca o amolecimento da fundação e descalçamento das placas superiores. Esse fenômeno acelera a fadiga do concreto, provocando sua ruptura precoce



a) Grau de Severidade: não há definição de graus de severidade; é suficiente apenas que se indique a sua ocorrência.

b) Contagem:

- se o bombeamento ocorrer numa junta entre duas placas, ambas serão catalogadas;
- caso as demais juntas de uma dessas placas apresentem bombeamento, as placas contíguas a essas juntas deverão também ser anotadas.

11. Quebras Localizadas

São áreas das placas que se mostram trincadas e partidas em pequenos pedaços, tendo formas variadas, situando-se geralmente entre uma trinca e uma junta ou entre duas trincas próximas entre si (em torno de 1,5m)



a) Grau de Severidade:

Severidade da maioria das fissuras	Número de pedaços em que a placa está dividida		
	2 a 3	4 a 5	Mais que 5
B	B	B	M
M	B	M	A
A	M	A	A

b) Contagem:

- se uma placa tiver mais de uma dessas áreas, será contada como apresentando apenas a de maior grau de severidade.

12. Passagem de Nível

São defeitos que ocorrem em passagens de nível, consistindo em depressões ou elevações próximas aos trilhos. As depressões ou elevações próximas aos trilhos, que ocorrem em passagens de nível, são decorrentes de projeto inadequado ou de uma execução deficiente do pavimento neste local.



a) Grau de Severidade:

- Baixo (B): a passagem de nível causa um baixo desconforto de rolamento;
- Médio (M): a passagem de nível causa um razoável desconforto de rolamento, sem contudo comprometer a segurança do tráfego;
- Alto (A): a passagem de nível provoca desconforto de rolamento e compromete a segurança e o escoamento do tráfego.

b) Contagem: conta-se o número de placas atravessadas pelos trilhos.

13. Fissuras Superficiais e escamação

São fissuras capilares que ocorrem apenas na superfície da placa. Possuem espessura e profundidade mais modestas. Possuem profundidade entre 6 mm e 13mm, tendo a tendência de se interceptarem formando ângulos de 120°

A escamação é o descolamento da camada superficial fissurada, podendo, no entanto, ser proveniente de outros defeitos, como desgasta superficial



a) Grau de Severidade:

- Baixo (B): existem fissuras superficiais em grande parte da placa; sua superfície está em boas condições com um mínimo de escamação;
- Médio (M): existe escamação em menos de 15% da área da placa;
- Alto (A): há escamação em mais de 15% da área da placa.

b) Contagem: cada placa com escamação é anotada. No caso deste defeito apresentar um baixo grau de severidade, só é registrado se a escamação for iminente.

14. Fissuras de retração plástica

- Fissuras pouco profundas (superficiais), de pequena abertura (inferior a 0,5mm) e de comprimento limitado.
- Incidência aleatória, formando ângulo de 45° a 60° com o eixo longitudinal da placa.
- A causa deste tipo de fissura é a execução do pavimento sem o devido cuidado com a cura.



- a) Grau de Severidade: não há graus de severidade definidos, bastando apenas relatar sua ocorrência.
- b) Contagem: são contadas as placas que apresentam fissuras de cura.

15. Esborcinamento ou quebra de canto

São quebras nos cantos das placas, que aparecem em forma de cunha. Diferindo-se da fissura do canto pelo fato dessas interceptar a junta verticalmente.

Aparecem pela retirada da forma de forma abrupta, ou precocemente. Podem ainda aparecer por causa do tráfego inadequado de veículos pesados.



a) Grau de severidade:

Profundidade da quebra (mm)	Dimensões dos lados da quebra (cm)	
	13 x 13 a 30 x 30	Mais que 30 x 30
≤ 25	B	B
> 25 a 50	B	M
> 50	M	A

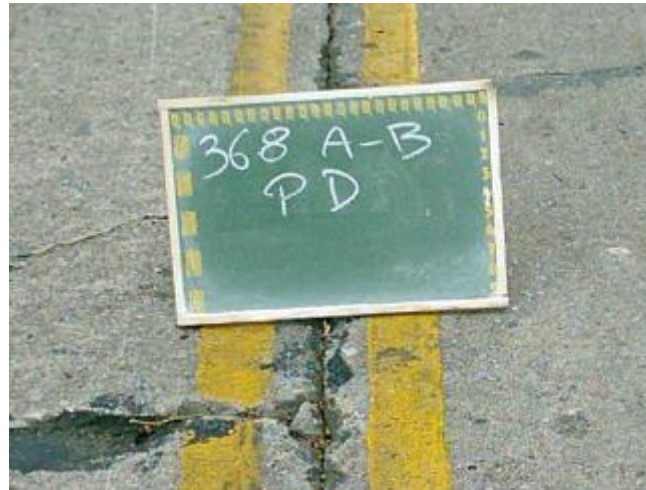
b) Contagem:

- caso ocorra uma ou mais quebras de canto com o mesmo grau de severidade numa mesma placa contase esta placa como “uma placa com quebra de canto”
- caso tenha diferentes níveis de severidade, considera-se apenas o mais elevado.

Nota: quebras cujos lados tenham menos do que 13 cm ou que possuam área inferior a 65cm² são desprezadas

16. Esborcinamento de juntas

O esborcinamento das juntas se caracteriza pela quebra das bordas da placa de concreto quebra em cunha) nas juntas, com o comprimento máximo de 60cm, não atingindo toda a espessura da placa.



a) Grau de severidade

Partes Esborcinadas	Largura do Esborcinamento	Comprimento do Esborcinamento	
		< 0,6m	> 0,6m
Firmes – não podem ser removidas facilmente (podem ter alguns pedaços faltando)	< 100	B	B
	> 100	B	B
Solitas – podem ser removidas e faltam alguns pedaços; a maior parte ou todos os pedaços estão faltando e o esborcinamento é raso (< 25mm)	< 100	B	M
	> 100	B	M
Ausentes – grande parte ou todos os pedaços foram removidos	< 100	B	M
	> 100	M	A

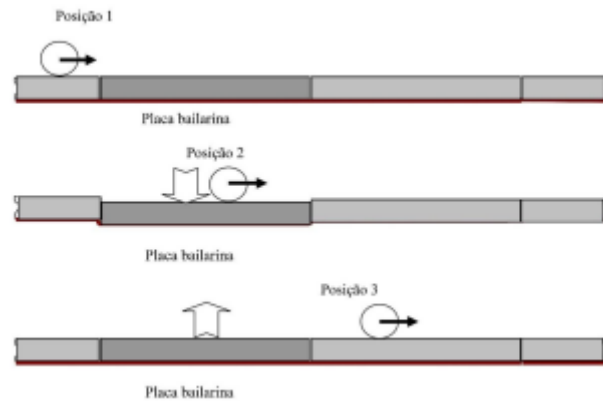
b) Contagem:

- se ocorrer na borda de uma parte, torna-se uma placa com esborcinamento de junta;
- se o esborcinamento ocorrer em mais de uma junta de uma mesma placa, o grau de severidade mais elevado é anotado e registra-se como uma única placa afetada.
- caso o esborcinamento ocorra entre duas placas, cada uma delas deverá ser apontada como tendo junta esborcinada.

17. Placa ‘bailarina’

É a placa cuja movimentação vertical é visível sob a ação do tráfego, principalmente na região das juntas.

Tem como causas as perdas localizadas ou generalizadas de suporte da fundação, aliadas à existência de juntas ineficientes e à ação do tráfego pesado e canalizado



a) Grau de Severidade:

Grau de severidade	Desnível (mm)
B	3 a 10
M	> 10 a 20
A	> 20

b) Contagem : faz-se a contagem de cada placa que apresenta deslocamentos verticais.

18. Assentamento

- Caracteriza-se pelo afundamento do pavimento, criando ondulações superficiais de grande extensão
- Pode ser causada pela deficiência ou falta de uniformidade no suporte da fundação, ou execução deficiente da sub-base.



a) Grau de Severidade:

- Baixo (B): assentamento suave, não reduz as condições de conforto e de segurança de rolamento;
- Médio (M): assentamento visível, que embora proporcione boas condições de rolamento compromete a segurança do tráfego; há necessidade de sinais de advertência;
- Alto (A): assentamento abrupto, não oferece boas condições de tráfego nem de segurança; há necessidade de recuperação imediata do trecho.

b) Contagem:

- é um tipo de defeito de avaliação extremamente subjetiva e que geralmente induz ao aparecimento de outros defeitos na área afetada ;
- para o cálculo do ICP, serão considerados apenas aqueles outros ocorridos na área sujeita ao assentamento.

19. Buracos

São reentrâncias côncavas observadas na superfície da placa, provocadas pela perda de concreto no local, apresentando área e profundidade bem definidas.



a) Grau de Severidade e Contagem: como está diretamente relacionado à progressão de outros defeitos, deverá ser avaliado e contado conforme o defeito que lhe deu origem.

20. Defeitos Atípicos

Quando há um defeito pouco comum no trecho, que está associado à interrupções no pavimento, como bueiros, caixas de inspeção, passagens de nível e canaletas de drenagem, este é classificado como atípico. Se sua ocorrência estiver numa amostra selecionada, essa amostra é classificada como ‘adicional’, e é necessário escolher uma amostra extra para ser inspecionada. Caso o defeito ocorra em amostras não selecionadas, esses ainda devem ser catalogados, e a amostra classificada como ‘adicional’.

21. Exemplo da Ficha de Inspeção preenchida

PAVIMENTO : RODOVIA SP - 4 TRECHO: 1 (Km 20 - Km 22) DATA 10 / 10 / 80
 AMOSTRA ADICIONAL? (SIM) (NÃO) AMOSTRA Nº --- MEDIDA / PLACA (m) 3,8 X 6,0
 Nº PÁGINAS : 3 Nº DE ANEXOS : 4 CHEFE DA EQUIPE : FAUSTO
 ASSINATURA DO ENGº RESPONSÁVEL : J. C. F.

				TIPOS DE DEFEITOS				
10	10	15		1 . Alçamento de placas 2 . Fissura de canto 3 . Placa dividida 4 . Degrau de junta 5 . Defeito na selagem das juntas 6 . Desnível pavimento acostamento 7 . Fissuras lineares 8 . Grandes reparos 9 . Pequenos reparos 10 . Desgaste superficial 11 . Bombeamento 12 . Quebras localizadas 13 . Passagem de nível 14 . Rendilhado e escamação 15 . Fissuras de retração plástica 16 . Quebra de canto 17 . Esborcinamento de juntas 18 . Placa bailarina				
				TIPOS DE DEFEITOS	GRAUS DE SEVERIDADE	Nº DE PLACAS AFETADAS	% DE PLACAS AFETADAS	VALOR DEDUZÍVEL
7	1B 13 M 10	1 B 13 M		5	M			
6	1B 13 M 2 A 10	1 B 13 M		10		10		
				11		2		
				15		2		
				1	B	4		
5	11 2 B 10	11		2	B	2		
				2	A	2		
				13	M	4		
4	2 B 10			18	B	1		
3	2 A 10							
2	10	15		VALOR DEDUZÍVEL TOTAL				
				VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO (VDC)				
1	18 B			IPC = 100 - VDC = _____ CONCEITO _____				
1	2	3	4					

Referências:

- NORMA DNIT 061/2004
- NORMA DNIT 060/2004
- MÉTODOS DE REPAROS DE FISSURAS EM PAVIMENTOS RÍGIDOS EM SÍTIOS AEROPORTUÁRIOS - Pedro Ivo Saraiva Vitória – RJ
- JOSÉ TADEU BALBO, PAVIMENTOS DE CONCRETO

