



**INSPEÇÃO E DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE CONDIÇÃO DO PAVIMENTO
(ICP) PARA O PAVIMENTO RÍGIDO DE CONCRETO DAS ESTAÇÕES-TUBO DA
LINHA VERDE SUL (ANTIGA BR-116)**

CURITIBA
2021



BRUNO CONRADO DOS SANTOS
PAULO COUTO CARVALHO BELO

**INSPEÇÃO E DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE CONDIÇÃO DO PAVIMENTO
(ICP) PARA O PAVIMENTO RÍGIDO DE CONCRETO DAS ESTAÇÕES-TUBO DA
LINHA VERDE SUL (ANTIGA BR-116)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Pós Graduação em Patologia das Obras Cíveis, Pós-Graduação *lato sensu*, da faculdade IDD como requisito parcial para a obtenção do Grau de Especialista em Patologia nas Obras Cíveis.

Orientador: Prof. Msc. Luís César De Luca.

CURITIBA
2021

RESUMO

O presente trabalho demonstra a avaliação dos pavimentos de concreto das estações tubo da Linha Verde Sul. O estudo tem por objetivo determinar o índice de condição do pavimento (ICP) das estações tubo: São Pedro, Xaxim, Santa Bernadethe, Fanny e Marechal Floriano. A partir da obtenção do ICP, que consiste em uma nota atribuída ao trecho, foi possível conceituar e comparar a condição dos pavimentos rígidos, possibilitando que os administradores organizem programas de manutenção, prevenção e de recuperação. A metodologia aplicada foi fundamentada em duas etapas: vistorias e inspeções visuais nas estações e a avaliação objetiva do estado de conservação dos pavimentos. As vistorias e inspeções visuais foram realizadas com base na norma DNIT 060/2004 – PRO e seguiram as seguintes fases: definição dos trechos da rodovia, determinação do tipo de inspeção, levantamento dos defeitos visíveis e catalogação dos dados coletados na inspeção. A avaliação objetiva do estado de conservação dos pavimentos seguiu os critérios estabelecidos na norma DNIT 062/2004 – PRO, seguindo as seguintes etapas: análise dos dados obtidos em inspeção, cálculo dos índices de condição do pavimento (ICP), atribuição dos conceitos, análise do cadastro documental e emissão de laudo. Após a análise de 360 placas, constatou-se que o valor médio do ICP das estações tubo foi de 84 e o conceito do pavimento de concreto foi caracterizado como muito bom, superando a expectativa da hipótese inicial que para um pavimento de aproximadamente 11 anos de utilização o conceito seria bom.

Palavras chave: Pavimento rígido; pavimento rígido de concreto; índice de condição de pavimento; linha verde; inspeção; defeitos em pavimentos; defeitos em pavimentos de concreto.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tipos de Pavimentos conforme DNIT	17
Figura 2 - Corte transversal esquemático do pavimento flexível	18
Figura 3 - Corte transversal esquemático do pavimento rígido	19
Figura 4 - Comparação de distribuição de carga entre pavimentos equivalentes	20
Figura 5 - Placa de concreto simples	26
Figura 6 - Seção transversal típica do pavimento de concreto simples.....	27
Figura 7 - Placa de concreto simples com barras de transferência.....	27
Figura 8 - Seção transversal típica do pavimento de concreto simples com barras de transferência.....	28
Figura 9 - Placa de concreto com armadura distribuída descontínua	29
Figura 10 - Seção transversal típica do pavimento de concreto com armadura distribuída descontínua	29
Figura 11 - Placa de concreto com armadura contínua.....	30
Figura 12 - Seção transversal típica do pavimento de concreto com armadura contínua	30
Figura 13 - Placa de concreto estruturalmente armado	31
Figura 14 - Seção transversal típica do pavimento de concreto estruturalmente armado	32
Figura 15 - Seção transversal típica do pavimento de concreto protendido	32
Figura 16 - Mecanismo de reforço das fibras	33
Figura 17 - Seção transversal típica do pavimento de concreto com fibras	34
Figura 18 - <i>Whitetopping</i> ultradelgado: sistema sobreposto ou <i>overlay</i>	36
Figura 19 - <i>Whitetopping</i> ultradelgado: sistema encaixado ou <i>inlay</i>	36
Figura 20 - Modelo da ficha de inspeção	42
Figura 21 - Escala de avaliação do ICP	43
Figura 22 - Localização das estações tubo analisadas	44
Figura 23 - Nova estrutura viária da Linha Verde.....	45
Figura 24 - Seção transversal da canaleta exclusiva (<i>overlay</i>)	46
Figura 25 - Seção transversal da canaleta exclusiva (pavimento novo).....	46
Figura 26 - Seção transversal das estações de parada de ônibus.....	47
Figura 27 - Estação São Pedro (esquerda 2007 x direita 2012).....	47
Figura 28 - Estação Xaxim (esquerda 2007 x direita 2012)	48

Figura 29 - Estação Santa Bernadethe (esquerda 2007 x direita 2012).....	49
Figura 30 - Estação Fanny (esquerda 2007 x direita 2012)	49
Figura 31 - Estação Marechal Floriano (esquerda 2007 x direita 2012).....	50
Figura 32 - Classificação de veículos com características urbanas para transporte coletivo de passageiros	53
Figura 33 - Estação tubo Fanny com quatro pistas de rolamento	56
Figura 34 - Croqui da Estação tubo Fanny com quatro pistas de rolamento.....	57
Figura 35 - Estação tubo Marechal Floriano com duas pistas de rolamento	57
Figura 36 - Croqui da Estação tubo Marechal Floriano com duas pistas de rolamento	58
Figura 37 - Croqui estação tubo São Pedro	59
Figura 38 - Manifestações patológicas Estação São Pedro	60
Figura 39 - Croqui estação tubo Xaxim	61
Figura 40 - Manifestações patológicas Estação Xaxim	62
Figura 41 - Croqui estação tubo Santa Bernadethe	63
Figura 42 - Manifestações patológicas Estação Santa Bernadethe	64
Figura 43 - Croqui estação tubo Fanny	65
Figura 44 - Manifestações patológicas Estação Fanny	66
Figura 45 - Croqui estação tubo Marechal Floriano	67
Figura 46 - Manifestações patológicas Estação Marechal Floriano	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo dos valores de ICP das estações tubo.....	69
Tabela 2 - ICP médio das estações tubo	70

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparação das seções avaliadas no Bates Road Test	23
Quadro 2 - Comparativo entre os processos executivos do Lote I e Lote II	51
Quadro 3 - Linhas de ônibus no sentido Carlos Gomes	52
Quadro 4 - Linhas de ônibus no sentido Pinheirinho	52
Quadro 5 - Fator de Equivalência para o Eixo Padrão de 8,2t	54
Quadro 6 - Número de viagens dos ônibus por faixa de cada estação.	54
Quadro 7 - Resumo das viagens dos ônibus por sentido	55
Quadro 8 - Resumo das viagens dos ônibus por tipo de faixa	55
Quadro 9 - Defeito nas selagens das juntas	77
Quadro 10 - Desgaste superficial	78
Quadro 11 - Fissuras de retração plástica	79
Quadro 12 - Esborcinamento de juntas	80
Quadro 13 - Buraco	81
Quadro 14 - Fissura de Canto	81
Quadro 15 - Degrau na junta.....	82

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Curvas para determinação dos valores deduzíveis do defeito fissura de canto	40
Gráfico 2 - Determinação do valor deduzível corrigido (VDC)	41
Gráfico 3 - Defeitos do pavimento da estação São Pedro	71
Gráfico 4 - Defeitos do pavimento da estação Xaxim	72
Gráfico 5 – Defeitos do pavimento da estação Santa Bernadethe	72
Gráfico 6 - Defeitos do pavimento da estação Fanny	73
Gráfico 7 - Defeitos no pavimento da estação Marechal Floriano	74
Gráfico 8 - Defeitos nos pavimentos de todas as estações em estudo	75
Gráfico 9 - Quantidade de placas afetadas	76

SUMÁRIO

RESUMO.....	3
LISTA DE FIGURAS	4
LISTA DE TABELAS	6
LISTA DE QUADROS.....	7
LISTA DE GRÁFICOS	8
1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA.....	11
1.2 OBJETIVO	11
1.2.1 Objetivo Geral.....	12
1.2.2 Objetivos Específicos.....	12
1.3 HIPÓTESE.....	12
1.4 JUSTIFICATIVAS	12
1.4.1 Tecnológicas.....	12
1.4.2 Econômicas	13
1.4.3 Sociais	13
1.4.4 Ecológicas	13
1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	14
1.6 APRESENTAÇÃO DO TRABALHO.....	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
2.1 CONCEITOS BÁSICOS DE PAVIMENTAÇÃO	16
2.1.1 Definição.....	16
2.1.2 Caracterização de Pavimentos	17
2.2 PAVIMENTOS DE CONCRETO	22
2.2.1 Histórico.....	22
2.2.2 Tipos de Pavimentos de Concreto	24
2.3 PRINCIPAIS DEFEITOS EM PAVIMENTOS DE CONCRETO.....	37
2.4 PROCEDIMENTO PARA INSPEÇÃO VISUAL DE PAVIMENTOS DE CONCRETO, SEGUNDO A NORMA DNIT 060/2004-PRO	38
2.5 AVALIAÇÃO OBJETIVA DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO, SEGUNDO A NORMA DNIT 062/2004-PRO	39
3 ESTUDO DE CAMPO.....	44

3.1	LOCALIZAÇÃO.....	44
3.2	CARACTERIZAÇÃO DO PAVIMENTO	45
3.2.1	Lotes Executados	50
3.2.2	Tráfego	51
3.3	INSPEÇÃO VISUAL NO TRECHO	56
3.3.1	Estação Tubo São Pedro.....	58
3.3.2	Estação Tubo Xaxim.....	60
3.3.3	Estação Tubo Santa Bernadethe.....	62
3.3.4	Estação Tubo Fanny.....	64
3.3.5	Estação Tubo Marechal Floriano	66
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	69
4.1	CÁLCULO DO ÍNDICE DE CONDIÇÃO DO PAVIMENTO (ICP).....	69
4.2	SÍNTESE DOS DEFEITOS ENCONTRADOS	76
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	83
5.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	83
5.2	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	84
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85
	APÊNDICE A – FICHAS DE INSPEÇÃO	90
	APÊNDICE B – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS DEFEITOS	114
	ANEXO A – NORMA DNIT 061/2004 - TER.....	118
	ANEXO B – NORMA DNIT 060/2004 - PRO	132
	ANEXO C – NORMA DNIT 062/2004 – PRO.....	155

1 INTRODUÇÃO

Pode-se considerar um pavimento propriamente dito uma estrutura laminada ou estratificada que encontra-se apoiada sobre uma camada final de terraplenagem ou infraestrutura, capaz de suportar o tráfego previsto para um determinado período de tempo, fornecendo aos seus usuários conforto, segurança e economia. (RODRIGUES, 2011)

O pavimento em concreto tem como suas principais vantagens a durabilidade, que é projetada para uma vida útil de no mínimo 20 anos, sendo que temos no Brasil vários exemplos de pavimentos em concreto com mais de 50 anos, também o baixo custo e exigência de manutenção e reparos. (GIUSTRE, 2012)

Em corredores de ônibus tem-se o pavimento em concreto com o desempenho funcional melhor comparado ao pavimento asfáltico, visto que como o tráfego é pesado, canalizado e em baixas velocidades, há as características propícias para a formação de trilhos de rodas e buracos, o que ocasiona constantes manutenções corretivas e reparos, o que dificulta a garantia das premissas básicas de um pavimento. (SUZUKI *et al*, 2012)

Para uma correta política de manutenção e de recuperação de pavimentos de concreto, o DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes) possui a norma 062/2004-PRO, a qual estabelece os critérios para avaliação objetiva e a atribuição do índice de condição do pavimento (ICP). Desta forma, utilizando das normas vigentes, este trabalho busca medir a condição estrutural do pavimento de concreto nas estações tubo da Linha Verde Sul (antiga BR-116). (GIUBLIN *et al*, 2012)

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Utilizando as normas do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT, em qual condição encontra-se o pavimento de concreto das estações tubo da Linha Verde Sul (antiga BR-116)?

1.2 OBJETIVO

Neste item serão apresentados os objetivos geral e específicos deste trabalho.

1.2.1 Objetivo Geral

Determinar o índice de condição de pavimento (ICP) do pavimento de concreto das estações tubo da Linha Verde Sul (antiga BR-116) utilizando-se das normas do DNIT.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Comparar os índices de condição de pavimento dos dois lotes executados.
- Comparar os índices de condição de pavimentos apresentados nas pistas principais e nas marginais.

1.3 HIPÓTESE

Considerando-se que um pavimento de concreto é projetado para durar no mínimo 20 anos, acredita-se que como o pavimento tem aproximadamente 11 anos, o mesmo encontra-se com conceito bom.

1.4 JUSTIFICATIVAS

Neste item serão apresentadas as justificativas tecnológicas, econômicas, sociais e ecológicas para a pesquisa.

1.4.1 Tecnológicas

De acordo com Giublin et. al. (2010) a canaleta exclusiva de ônibus na linha verde foi construída com a técnica do *Whitetopping Overlay*, ou seja, foi executado um revestimento de 25 cm de espessura em sobre o pavimento existente, deixando-o como sub-base do pavimento de concreto. Segundo a ACPA (*American Concrete Pavement Association*) essa tecnologia aumenta a vida útil do pavimento melhorando as características de superfície, trazendo as vantagens do pavimento de concreto, que incluem o baixo custo com a reconstrução do pavimento e manutenção e reparos reduzidos.

1.4.2 Econômicas

De acordo com Carvalho (2012), o pavimento de concreto possui custo final inferior do que o pavimento em asfalto, levando em consideração a soma do custo inicial, de manutenção e do usuário, visto que a vida útil mínima do pavimento de concreto é o dobro do pavimento asfáltico, que gera menos manutenção, com isso diminuindo a interrupção de tráfego, gerando economia no custo de manutenção e do transporte.

Torna-se viável essa pesquisa no sentido de avaliar a condição estrutural do pavimento na linha de ônibus, para que se garanta o conforto, a segurança e a economia dos usuários do transporte público.

1.4.3 Sociais

Na escolha de um pavimento, ainda mais em uma via expressa exclusiva para o transporte coletivo, não se deve levar em conta somente o custo de execução, mas também os custos de manutenção e por consequência das interrupções de tráfego, visto que de modo geral quem pagará a conta será a sociedade. Diante disto o pavimento de concreto de concreto é a melhor escolha para que se possa atender aos requisitos citados, para que o usuário possa usufruir do transporte público com conforto, segurança e economia. (SUZUKI *et al*, 2012)

1.4.4 Ecológicas

O pavimento de concreto pode reduzir o consumo de energia elétrica, pois tem excelente capacidade de reflexão de luz, podendo requerer até 60% menos de iluminação pública nos trechos urbanos. Ainda por ter sua superfície clara contribui para redução da temperatura ambiente. Por fim o cimento, que é a base de um pavimento de concreto, em seu processo de fabricação emite menos CO₂ na atmosfera. (CARVALHO, 2012)

1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo de campo foi o método científico de pesquisa adotado nesse trabalho. De acordo com Gil (2002), a pesquisa deste método é desenvolvida por meio de observação direta das atividades do grupo estudado, sendo assim, é de suma importância que os pesquisadores vão a campo e determinem qual a realidade da situação. Ainda conforme o autor, as principais vantagens deste método são que os resultados são mais fidedignos e, como não requer equipamento especiais para a coleta de dados, costumam ser mais econômicos.

Para esse trabalho foram realizadas vistorias e inspeções visuais do pavimento de concreto das estações-tubo da Linha Verde Sul e esse procedimento resultou nos seguintes documentos:

- a) Relatório fotográfico;
- b) Fichas de inspeção;
- c) Representações gráficas da atual situação dos pavimentos;
- d) Catalogar e classificar os defeitos encontrados na inspeção;
- e) Informar o índice de condição do pavimento (ICP) do objeto em estudo.

1.6 APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho está dividido em cinco capítulos: introdução, fundamentação teórica, estudo de campo, apresentação dos resultados e considerações finais.

O primeiro capítulo apresenta uma breve introdução sobre o trabalho, sendo que este indica o problema, os objetivos, a hipótese, a justificativa e os procedimentos metodológicos que serão utilizados.

No segundo capítulo é apresentada a fundamentação teórica onde consta conceitos básicos, a classificação e um breve histórico da pavimentação, com foco nos pavimentos rígidos, além disso também é apresentada a terminologia dos defeitos dos pavimentos rígidos.

No terceiro capítulo é apresentado o estudo de campo onde consta o procedimento adotado para alcançar os objetivos, bem como a inspeção e caracterização do pavimento.

No quarto capítulo são apresentadas as informações obtidas através do estudo de campo, apresentando o resultado do ICP para cada estação e os defeitos encontrados ao longo da inspeção.

No quinto e último capítulo são apresentadas as considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão apresentados os conceitos básicos da pavimentação, com foco nos pavimentos rígidos, a terminologia dos defeitos dos pavimentos rígidos e os procedimentos que serão adotados para a elaboração deste trabalho.

2.1 CONCEITOS BÁSICOS DE PAVIMENTAÇÃO

Neste item serão apresentadas as definições e a caracterização dos pavimentos, principalmente quanto ao comportamento estrutural e a constituição genérica de suas camadas.

2.1.1 Definição

Conforme a ABNT NBR 7207 (1982), o pavimento é a estrutura construída após a terraplenagem e destinada a:

- a) Resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais oriundos dos veículos;
- b) Melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e segurança;
e
- c) Resistir aos esforços horizontais que nela atuam tornando mais durável a superfície de rolamento.

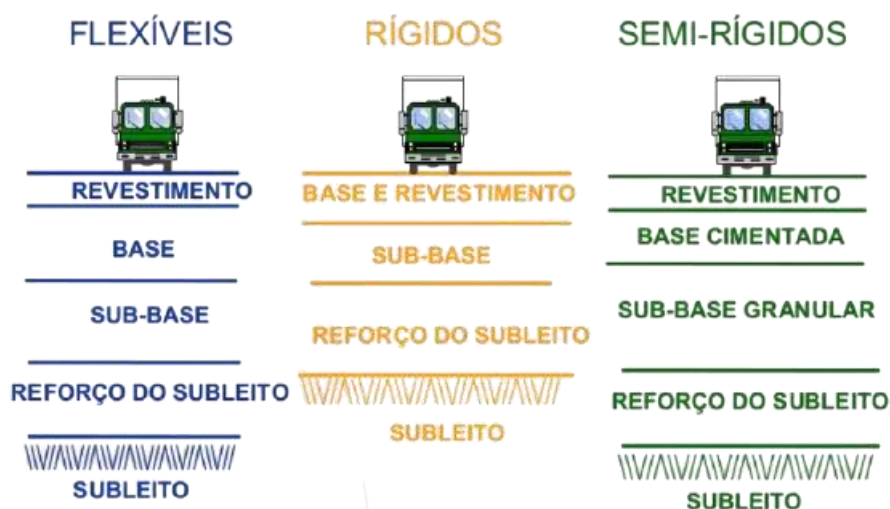
O Manual de Pavimentação do DNIT (2006) complementa essa definição indicando que o pavimento é a superestrutura constituída por um sistema de camadas de espessuras finitas, assentes sobre um semi-espço considerado teoricamente como infinito, que pode ser a infraestrutura ou terreno de fundação, a qual é designado de subleito. Corroborando com esta definição Bernucci *et al.* (2006) ainda indica que o pavimento deve propiciar ao usuário a melhoria nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança.

2.1.2 Caracterização de Pavimentos

O Manual de Pavimentação do DNIT (2006) classifica os pavimentos em flexíveis, semi-rígidos e rígidos, como consta na Figura 1. De acordo este manual, as características desses tipos de pavimentos são as seguintes:

- a) Flexível: é o tipo de pavimento onde as camadas sofrem deformações elásticas significativas quando o carregamento é aplicado, de modo que a carga é distribuída de forma equivalente entre as camadas;
- b) Semi-Rígido: é o tipo de pavimento que possui uma base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias; e
- c) Rígido: é o tipo de pavimento que o revestimento possui elevada rigidez em comparação com as demais camadas e, por isso, absorve grande parte das tensões quando o carregamento é aplicado.

Figura 1 - Tipos de Pavimentos conforme DNIT



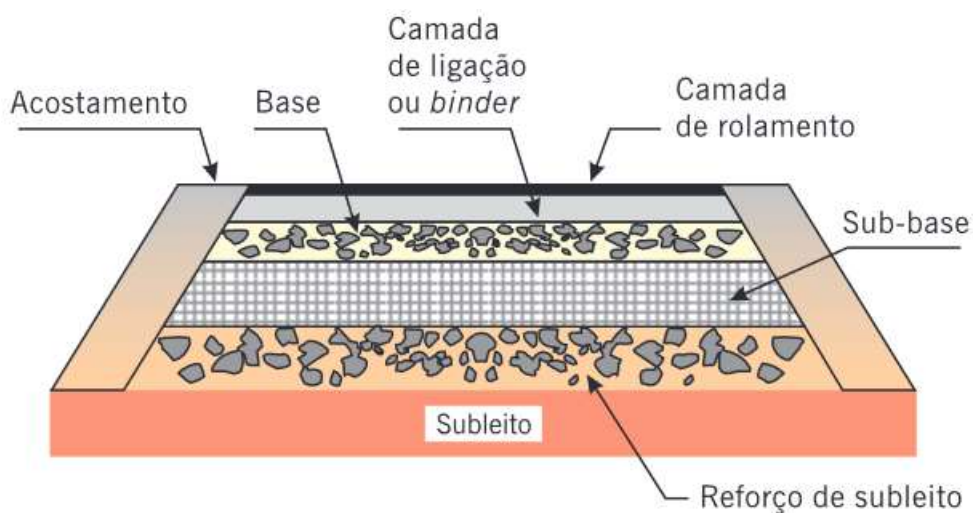
Fonte: Adada (2008)

Ressalta-se que outros autores também classificam o pavimento em três tipos, no entanto, a nomenclatura do semi-rígido por vezes é alterada. Huang (2003), por exemplo, identifica os pavimentos da seguinte maneira: pavimentos asfálticos, pavimentos de concreto e pavimentos compostos, onde esse último seria qualquer tipo de pavimento constituído tanto de pavimento asfáltico quanto de pavimento de concreto. O autor ressalta que a última solução, pavimentos compostos, dificilmente é usada em novas construções devido ao alto custo.

Segundo Bernucci *et al.* (2006), os pavimentos podem ser classificados em basicamente dois tipos: flexíveis e rígidos. No entanto, também podem adotar as

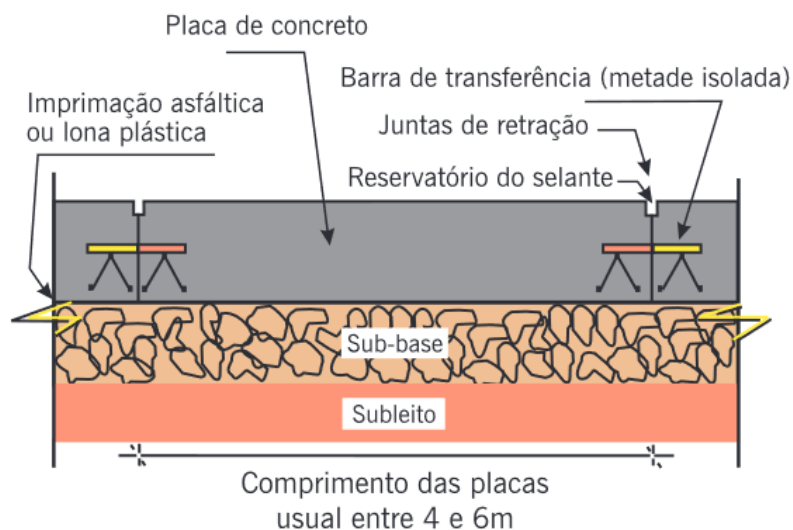
nomenclaturas de pavimento asfáltico e pavimento de concreto de cimento Portland, respectivamente, devido aos materiais que normalmente são empregados no revestimento desses tipos de pavimento. De acordo com os autores, os pavimentos asfálticos (ou flexíveis) são aqueles em que o revestimento é composto de uma mistura de ligante asfáltico e agregados de dimensões diferentes; além disso pode possuir até 4 camadas principais que são: revestimento asfáltico, base, sub-base e reforço do subleito. Por outro lado, os pavimentos de concreto de cimento Portland (ou rígidos) são aqueles que o revestimento é constituído por placas de concreto de cimento Portland e a subcamada desse pavimento, usualmente, é denominada como sub-base, tendo em vista que as características dessa camada, consequentemente dos materiais que a compõem, devem ser similares a sub-base dos pavimentos asfálticos. As seções transversais típicas desses pavimentos constam na Figura 2 e Figura 3.

Figura 2 - Corte transversal esquemático do pavimento flexível



Fonte: Bernucci *et al.* (2006)

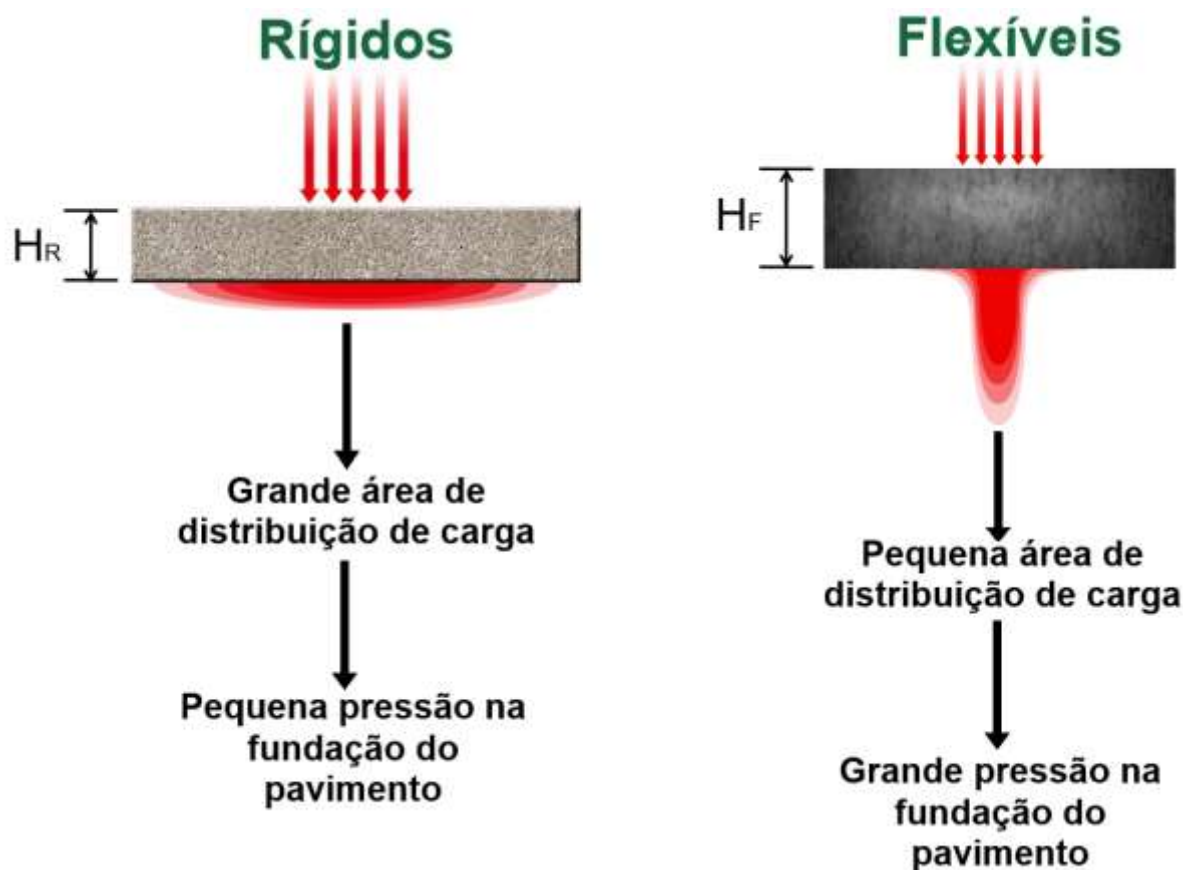
Figura 3 - Corte transversal esquemático do pavimento rígido



Fonte: Bernucci *et al.* (2006)

Yoder e Witczak (1975) indicam que a forma como as cargas são transferidas da superfície para o subleito é a principal diferença entre os pavimentos flexíveis e rígidos. O pavimento rígido absorve grande parte das cargas por meio das placas de concreto e as distribui em uma grande área, portanto, a pressão aplicada no subleito é pequena e isso se deve a rigidez e alto módulo de elasticidade do material de revestimento (placas de concreto de cimento Portland). Por sua vez, a capacidade de carga do pavimento flexível é devido a distribuição destas através de um sistema de camadas, onde a qualidade do material decresce à medida que se aproxima do subleito, dessa forma, ao contrário do pavimento rígido, a pressão aplicada no subleito é grande. A Figura 4 apresenta o conceito mencionado acima.

Figura 4 - Comparação de distribuição de carga entre pavimentos equivalentes



Fonte: Adaptado ABCP (2014)

Quanto ao dimensionamento e rompimento, Senço (2007) aponta que os pavimentos rígidos são pouco deformáveis e rompem por tração na flexão, por isso essa é uma das principais condicionantes que determina a espessura da placa de concreto. No caso dos pavimentos flexíveis, as deformações são permitidas e não causam o rompimento imediato, no entanto há um limite, tendo em vista que com o tempo, a estrutura sofre com deformações permanentes e rompem devido a fadiga; segundo o autor esse tipo de pavimento normalmente é dimensionado a compressão e tração na flexão.

Como mencionado anteriormente, o pavimento flexível costuma ser composto por várias camadas, sendo que a qualidade e a resistência dos materiais são melhores a medida que se aproxima da superfície; o pavimento rígido costuma ter apenas duas camadas (sub-base e revestimento). De acordo com o Manual de Pavimentação do DNIT (2006), as principais camadas que podem constituir um pavimento são:

- a) Subleito: é o terreno de fundação do pavimento;
- b) Leito: é a superfície do subleito (em área) obtida pela terraplenagem ou obra de arte e conformada ao seu greide e perfis transversais;
- c) Reforço do subleito: camada de espessura constante, determinada por meio do dimensionamento. Costuma ser utilizada quando a resistência do subleito (representada pelo Índice de Suporte Califórnia – ISC ou CBR) é muito baixa. O material utilizado deve possuir características geotécnicas superiores ao subleito e inferiores a sub-base, tendo como premissa atender tanto aos parâmetros técnicos quanto aos econômicos;
- d) Sub-base: camada complementar a base. Costuma ser construída quando não for aconselhável executar a base diretamente sobre a regularização ou sobre o reforço de subleito, seja por requisitos técnicos ou econômicos;
- e) Base: camada destinada a suportar cargas oriundas do tráfego e transmiti-las para as camadas inferiores;
- f) Revestimento: camada que recebe diretamente a ação do rolamento dos veículos. É destinada a melhorar a condição da superfície do rolamento para propiciar conforto e segurança ao usuário, portanto é importante que essa camada seja o mais impermeável possível e resistente ao desgaste.

É importante ressaltar que sobre o leito pode existir a necessidade de executar o serviço de regularização do subleito que seria a atividade destinada a conformar o leito, transversal e longitudinalmente. Essa operação consiste em corte e/ou aterros até 20cm de espessura.

2.2 PAVIMENTOS DE CONCRETO

Neste item serão apresentados um breve histórico e a classificação dos pavimentos de concreto.

2.2.1 Histórico

O primeiro pavimento de concreto do mundo foi construído na Escócia, especificamente na cidade de Inverness no ano de 1865 (ASCE, 2017). Durante as primeiras construções, alguns pavimentos apresentaram boa durabilidade, como é o caso de muitos pavimentos construídos em Edimburgo, na Escócia, no ano de 1872 que persistem até os dias de hoje (ASCE, 2017), no entanto também houveram casos de outros pavimentos que não resistiram tanto tempo, como o relato de Blanchard (1919) sobre um pavimento de concreto construído na Escócia em 1879: “A superfície era muito boa, mas quando começou a quebrar, ficou em pedaços rapidamente.”

O pavimento de concreto que ficou mais conhecido durante essa etapa de experimento foi construído nos Estados Unidos da América, especificamente na cidade de Bellefontaine, estado de Ohio, no ano de 1891 (DELATTE, 2014). O projeto foi proposto e executado por George Bartholomew que tinha aprendido sobre a técnica de produção de cimento na Alemanha e no Texas, e tinha disponível fontes das matérias primas necessárias para a produção do cimento no centro de Ohio, ou seja, calcário e argila. Por ser um “projeto piloto”, o conselho municipal exigiu que Bartholomew garantisse que o pavimento duraria pelo menos 5 anos sob a promessa de não receber o pagamento caso a estrutura não durasse. Após 100 anos ainda existiam partes do pavimento que estavam em uso (DELATTE, 2014).

A Woodward Avenue, hoje conhecida como M-1, que está localizada no estado de Michigan, Estados Unidos, foi a primeira rodovia com pavimento de concreto. Essa obra iniciou em 1909 e acredita-se que nela foi aplicada a primeira avaliação controlada do desempenho do pavimento de concreto pelo Departamento de Obras Públicas de Detroit, onde foi criada uma estrutura para simular o tráfego de cavalos e carroças (DELATTE, 2014). A demanda por esse tipo de pavimento continuou crescendo e segundo Delatte (2014), no fim do ano de 1914 os Estados Unidos já possuía cerca de 3.778 km de pavimento de concreto.

É importante destacar que durante os anos de 1912 a 1923 foi conduzido o “Bates Road Test”, no estado de Illinois. O referido teste utilizou caminhões velhos da 1ª Guerra Mundial com cargas por roda variando de 454kg a 5.900kg e aplicaram esses carregamentos sobre seções com diferentes materiais e espessuras. Para esse estudo foram preparadas 22 seções de pavimento de tijolos, 17 seções de pavimento asfáltico e 24 seções de pavimento de concreto. Do total de 63 seções, apenas 22% resistiram satisfatoriamente aos carregamentos aplicados, sendo que o pavimento de concreto apresentou a maior taxa de sucesso dentre as seções testadas (DELATTE, 2014). Com base nas informações do Quadro 1 é possível notar que quase metade das seções avaliadas do pavimento de concreto foram aprovadas, enquanto os demais materiais apresentaram taxas bem inferiores, sendo aproximadamente 18% de aprovação para as seções de pavimento asfáltico e apenas 5% de aprovação para as seções de pavimento de tijolos.

Quadro 1 - Comparação das seções avaliadas no Bates Road Test

Seções \ Materiais	Tijolos	Asfalto	Concreto	Total
Avaliadas	22	17	24	63
Aprovadas	1	3	10	14
Taxa de sucesso	5%	18%	42%	22%

Fonte: Adaptado Delatte (2014)

Segundo Delatte (2014), a partir dos resultados obtidos nesse teste foi possível desenvolver parâmetros de projeto que foram utilizados pelo próprio estado de Illinois na construção do primeiro sistema de rodovias estaduais. Além disso, conforme Yoder e Witczak (1975), esse teste forneceu um banco de dados básico que foi utilizado por engenheiros projetistas durante muitos anos.

O primeiro pavimento de concreto no Brasil e da América Latina foi construído entre os anos de 1925 e 1926, na rodovia conhecida como Caminho do Mar, entre as cidades de Riacho Grande e Cubatão no estado de São Paulo, onde foram executados cerca de oito quilômetros (BALBO, 2009)

Nos anos posteriores iniciaram as primeiras obras rodoviárias de grande porte do país que foram as construções de parte da Rodovia BR-232, em Pernambuco, e da Via Anchieta, em São Paulo, respectivamente em 1938 e 1939. O trecho executado

da Rodovia BR-232 foi entre Recife e Caruaru, com aproximadamente 120 km de extensão, e foi empregado um método utilizado nos Estados Unidos, ou seja, revestimento com placas de concreto simples espessadas nas bordas. A Via Anchieta foi construída entre São Paulo e Santos, com cerca de 62 km de extensão, e foi utilizado o método alemão, ou seja, placas com 20 centímetros de espessura sobre base de areia compactada (CUNHA, 2013).

Seguindo a tendência de outros países, como a Alemanha e Estados Unidos, o Brasil aplicou a técnica de pavimento de concreto com certa regularidade até o início da década de 1950, no entanto, depois dessa fase, houve uma redução na utilização desse tipo de pavimento devido a questões políticas e econômicas (SILVA e CARNEIRO, 2014). Após o término da Segunda Guerra Mundial, o foco da produção de cimento foi o desenvolvimento industrial, portanto a aplicação desse produto nos revestimentos dos pavimentos diminuiu e, conseqüentemente, a utilização dos pavimentos asfálticos começaram a ocupar esse setor, tendo em vista o baixo custo quando comparado ao pavimento de concreto de cimento Portland (SILVA e CARNEIRO, 2014). A retomada mais expressiva do pavimento rígido no Brasil aconteceu depois de 1998 e o principal fator é que a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) comprou pavimentadoras e usinas misturadoras, que tornam a execução do pavimento de concreto mais rápida e precisa, e auxiliaram na construção de diversas rodovias nacionais (SILVA e CARNEIRO, 2014).

2.2.2 Tipos de Pavimentos de Concreto

Segundo Delatte (2014) existem vários tipos diferentes de pavimentos de concreto, no entanto a maioria deles possuem duas particularidades em comum:

- a) a primeira é que as cargas causadas pelo tráfego são resistidas por meio da flexão do pavimento de concreto, portanto os reforços, que podem ou não ser incorporados no pavimento, auxiliam principalmente na prevenção do aparecimento e propagação das fissuras e não no suporte de cargas.
- b) A segunda é que os pavimentos de concreto sofrem retração devido à perda de água e estão sujeitos a ciclos de expansão e contração decorrente dos efeitos térmicos.

A Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) classifica os pavimentos de concreto em seis tipos principais (ABCP, 2014):

- a) Pavimento de concreto simples
- b) Pavimento de concreto simples com barras de transferência
- c) Pavimento de concreto com armadura distribuída descontínua sem função estrutural
- d) Pavimento de concreto com armadura contínua sem função estrutural
- e) Pavimento de concreto estruturalmente armado
- f) Pavimento de concreto protendido

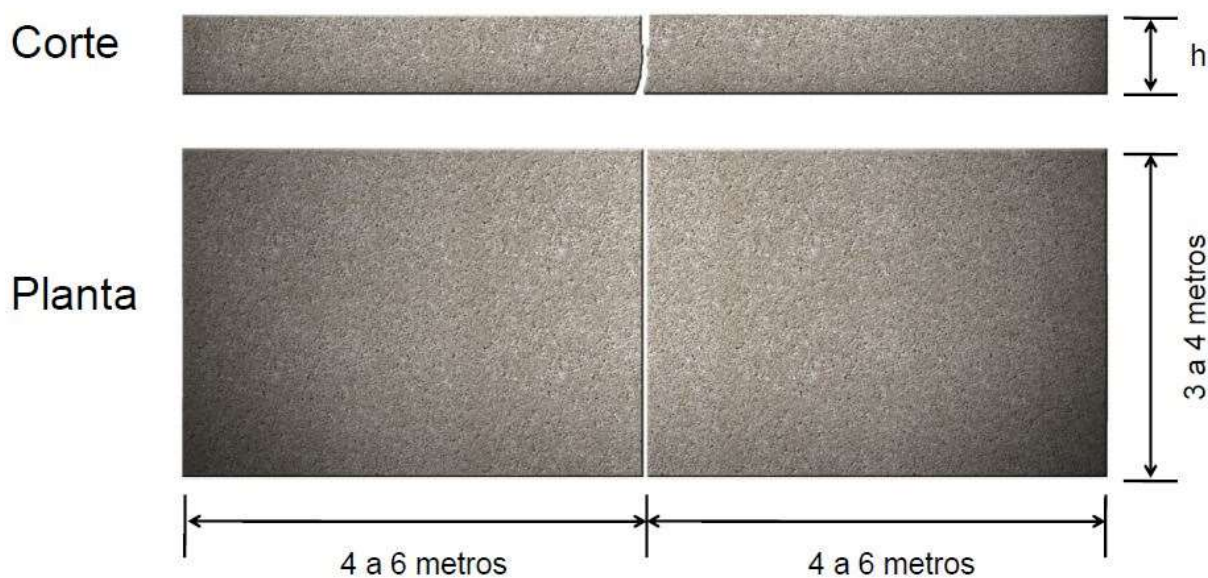
As principais características de cada um desses tipos de pavimento estão apresentadas a seguir.

2.2.2.1 Pavimento de Concreto Simples

O pavimento de concreto simples não possui barras de transferência, nem armadura para controle de fissuração e tão pouco armadura com função estrutural, sendo assim, todos os esforços são suportados exclusivamente pelo concreto (CUNHA, 2013).

Considerando o exposto acima, a maior limitação desse tipo de pavimento é quanto as dimensões das placas, tendo em vista que para que a transferência possa ser efetiva, é necessário que o espaçamento entre as juntas seja curto. Portanto os especialistas recomendam que as placas sejam construídas com comprimentos da ordem de 4 a 6 metros, conforme é apresentado na Figura 5. Além disso, para prevenir o aparecimento de defeitos ao longo do pavimento, é necessário executar juntas longitudinais e transversais igualmente espaçadas (CUNHA, 2013).

Figura 5 - Placa de concreto simples

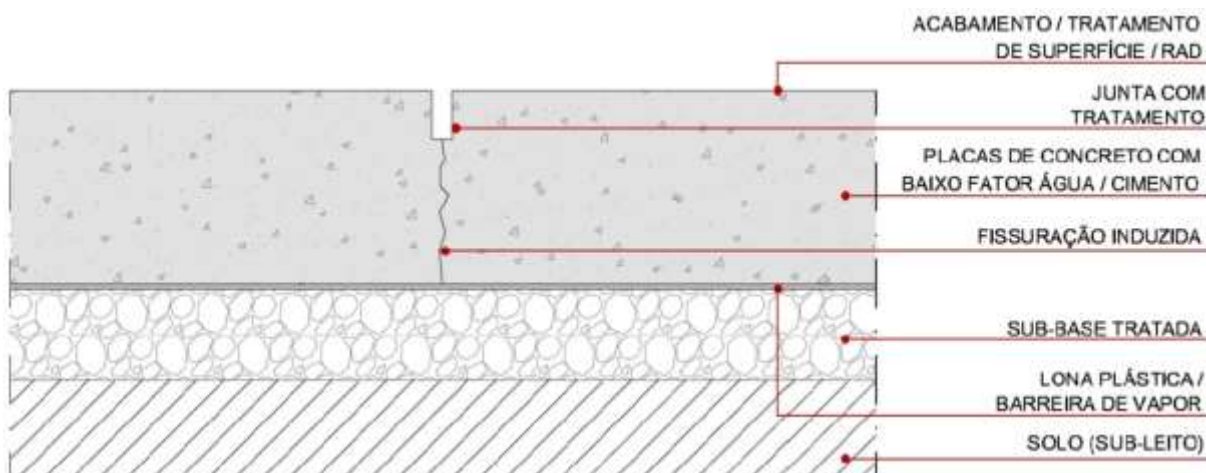


Fonte: ABCP (2014)

Como o pavimento não possui qualquer estrutura entre as placas, a transferência de cargas entre elas é realizada pelo entrosamento dos agregados que estão localizados abaixo das juntas (PCA, 1984).

Balbo (2009) indica que muitos tipos de concreto podem ser utilizados no pavimento de concreto simples, como o concreto convencional (CCV), o concreto de alta resistência (CAD) e o concreto compactado a rolo (CCR). No caso da execução com o CCR, recomenda-se atentar para a superfície do pavimento, tendo em vista que o mesmo não possibilita o acabamento com desempenadeira e nem a texturização da superfície, portanto, pode resultar em um pavimento com irregularidades superficiais, causando desconforto aos usuários, e pode prejudicar a aderência do pneu com o pavimento (BALBO, 2009). Além disso, é importante ressaltar que devido ao método de execução do CCR, há dificuldade na instalação e fixação das barras de transferência e barras de ligação (BALBO, 2009). A seção transversal característica desse tipo de pavimento está representada na Figura 6.

Figura 6 - Seção transversal típica do pavimento de concreto simples



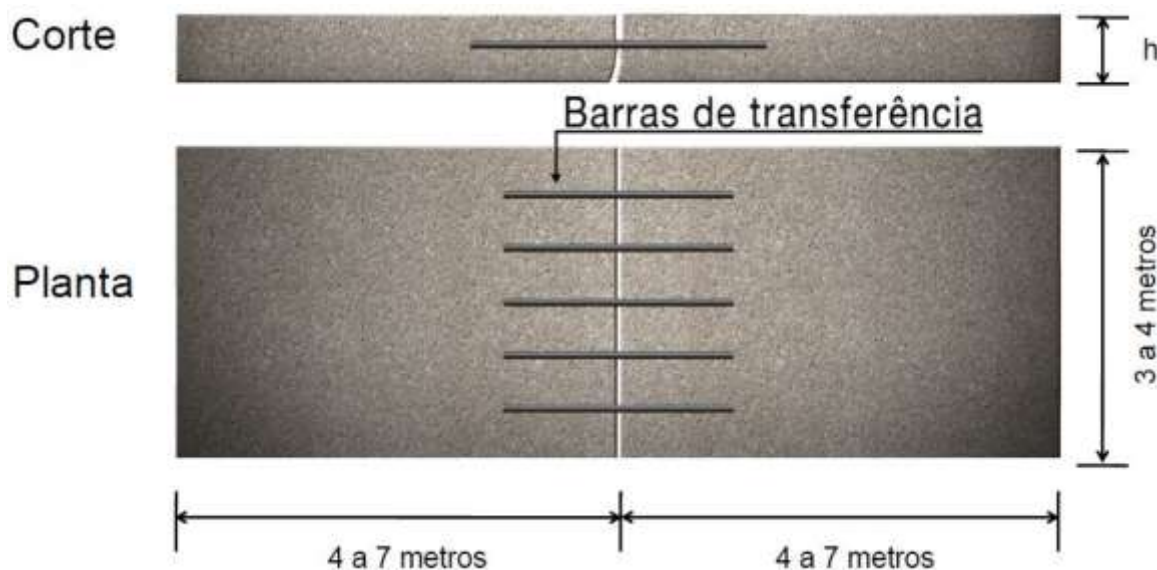
Fonte: Cristelli (2010)

2.2.2.2 Pavimento de Concreto Simples com Barras de Transferência

As considerações referentes a esse tipo pavimento são quase semelhantes à do pavimento de concreto simples, no entanto, ao contrário do primeiro, este possui barras de transferência que na realidade são barras lisas posicionadas nas juntas transversais, conforme consta na Figura 7

. Porém, assim como o primeiro, não possui armadura para controle de fissuração e nem armadura com função estrutural, sendo assim, o concreto continua resistindo a todos os esforços causados pela retração plástica, efeitos térmicos e carregamentos (CUNHA, 2013).

Figura 7 - Placa de concreto simples com barras de transferência

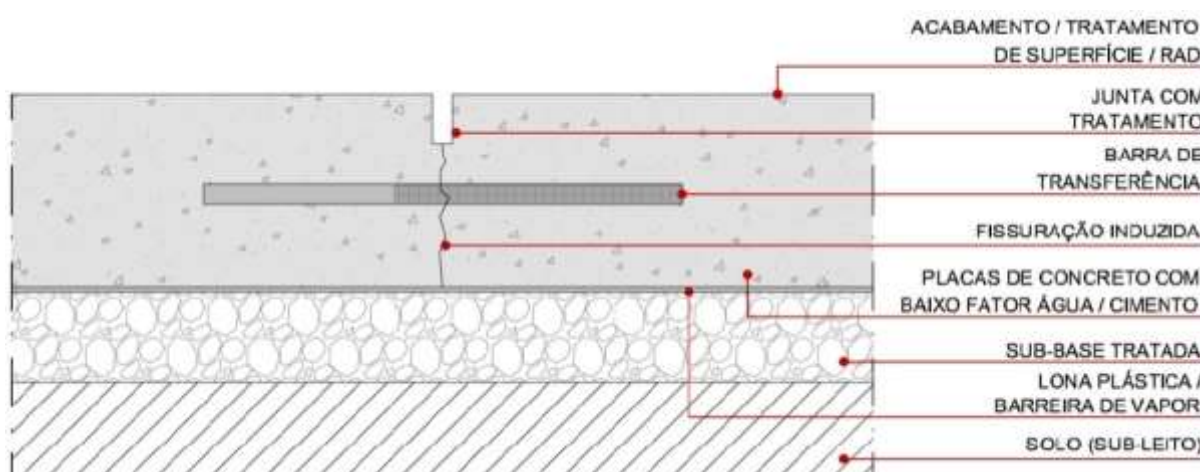


Fonte: ABCP (2014)

A maior limitação desse tipo de pavimento continua sendo quanto as dimensões das placas, no entanto o espaçamento entre as juntas pode ser maior, tendo em vista que as barras de transferência, assim como o nome sugere, auxiliam na transferência de carga de uma placa para outra (CUNHA, 2013). Outro ponto favorável das barras de transferência é que melhoram o conforto do usuário ao passar pelas juntas, tendo em vista que, se bem executado, reduz a possibilidade de desnível entre as placas.

Recomenda-se que as placas sejam construídas com comprimentos da ordem de 4 a 7 metros e que as juntas longitudinais e transversais sejam executadas com espaçamentos iguais, para prevenir o aparecimento de defeitos ao longo do pavimento (CUNHA, 2013). A seção transversal característica desse tipo de pavimento está representada na Figura 8.

Figura 8 - Seção transversal típica do pavimento de concreto simples com barras de transferência



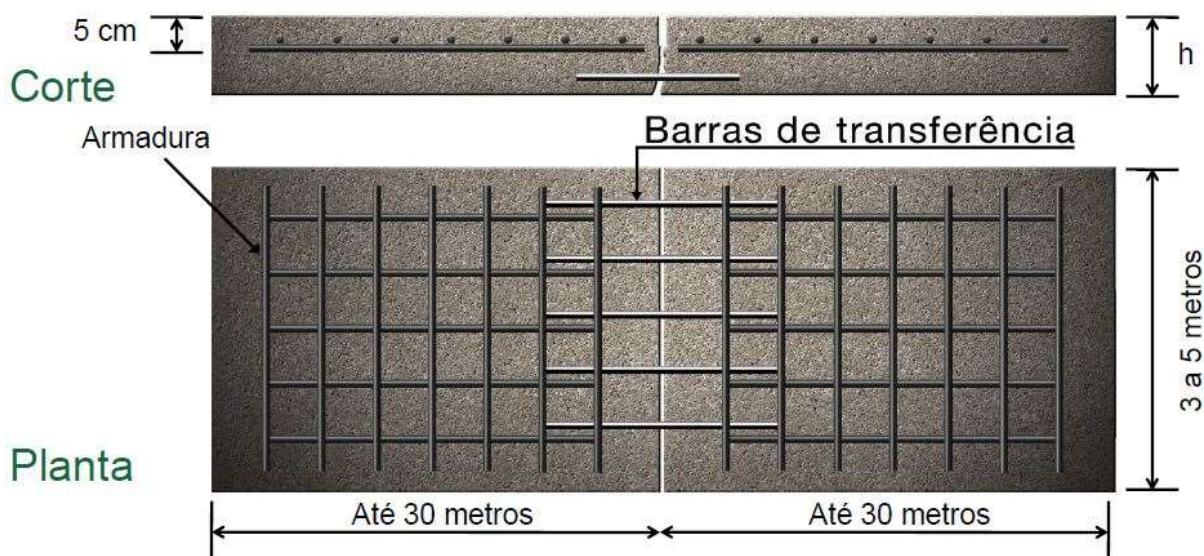
Fonte: Cristelli (2010)

2.2.2.3 Pavimento de Concreto com Armadura Distribuída Descontínua sem Função Estrutural

O pavimento de concreto com armadura distribuída descontínua possui barras de transferência nas juntas e armadura para inibir a propagação das fissuras no restante do pavimento, porém não possui armadura com função estrutural. Esse tipo de pavimento é muito utilizado em ambientes industriais (CUNHA, 2013).

Ao contrário dos pavimentos com concreto simples, devido a malha de aço, é possível diminuir consideravelmente o número de juntas e permite que as placas sejam executadas com até 30 metros de comprimento, conforme consta na Figura 9.

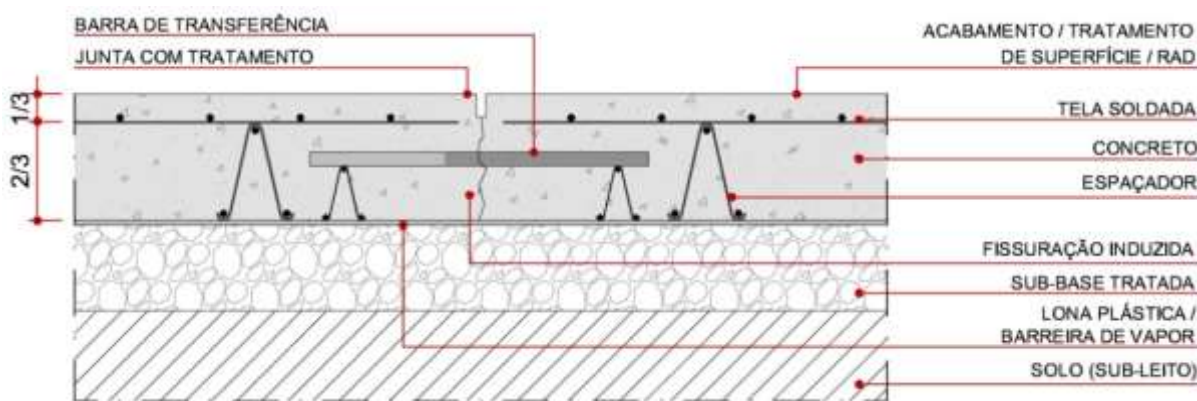
Figura 9 - Placa de concreto com armadura distribuída descontínua



Fonte: ABCP (2014)

Recomenda-se que seja mantida uma distância de aproximadamente 3 a 5 centímetros entre as juntas de construção ou serradas e a armadura de combate à retração, tendo em vista que se não houver essa descontinuação, pode levar ao surgimento de fissuras por toda a placa (CUNHA, 2013). Além disso, a armadura deve ter pelo menos 5 centímetros de cobertura. A seção transversal característica desse tipo de pavimento está representada na Figura 10.

Figura 10 - Seção transversal típica do pavimento de concreto com armadura distribuída descontínua



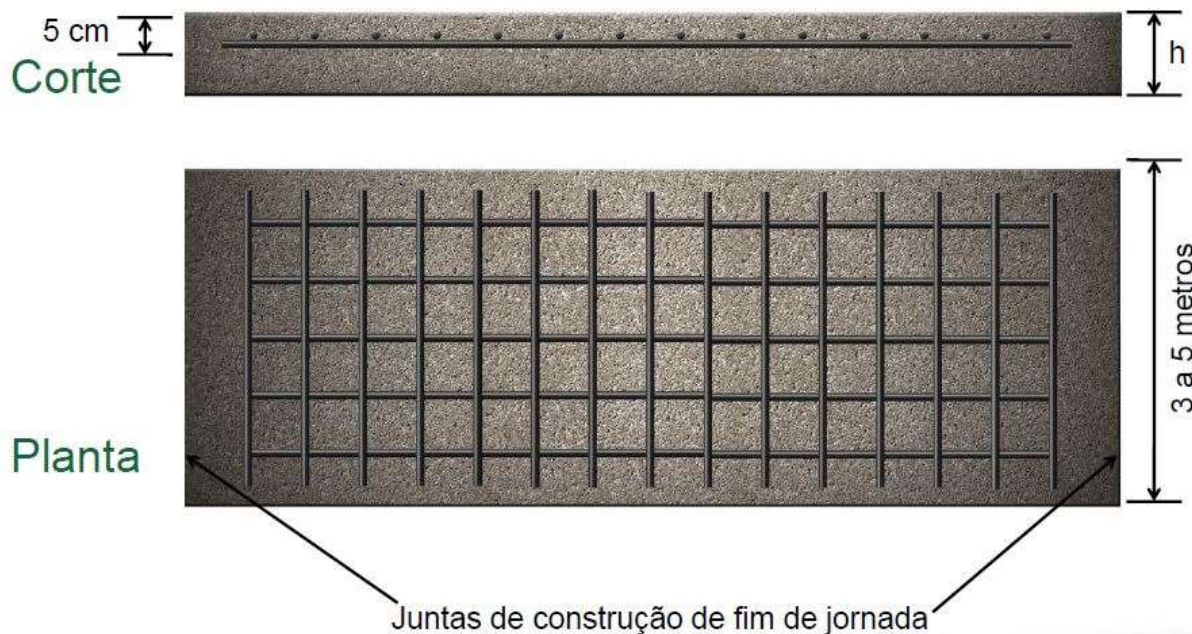
Fonte: Cristelli (2010)

2.2.2.4 Pavimento de Concreto com Armadura Contínua sem Função Estrutural

O pavimento de concreto com armadura contínua possui uma alta taxa de armadura para inibir a propagação das fissuras, tendo em vista que são executadas

apenas juntas de construção, conforme consta na Figura 11. No entanto, apesar da alta taxa, a armadura empregada não possui função estrutural (CUNHA, 2013).

Figura 11 - Placa de concreto com armadura contínua

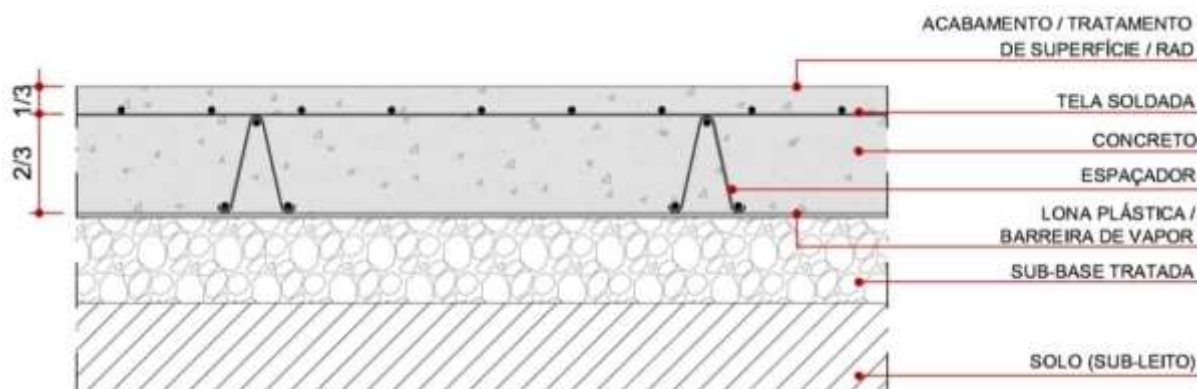


Fonte: ABCP (2014)

A maior vantagem desse pavimento é não necessitar de juntas transversais e, em muitos casos, nem de juntas longitudinais. Normalmente as únicas juntas executadas são as de construção, ou seja, aquelas executadas ao final da jornada de trabalho (CUNHA, 2013). As placas de concreto podem ser executadas com comprimentos na ordem de até 150 metros.

É importante ressaltar que devido ao alto custo de construção, esse tipo de pavimento não é usual no Brasil, mas é muito utilizado nos Estados Unidos (CUNHA, 2013). A seção transversal característica desse tipo de pavimento está representada na Figura 12.

Figura 12 - Seção transversal típica do pavimento de concreto com armadura contínua

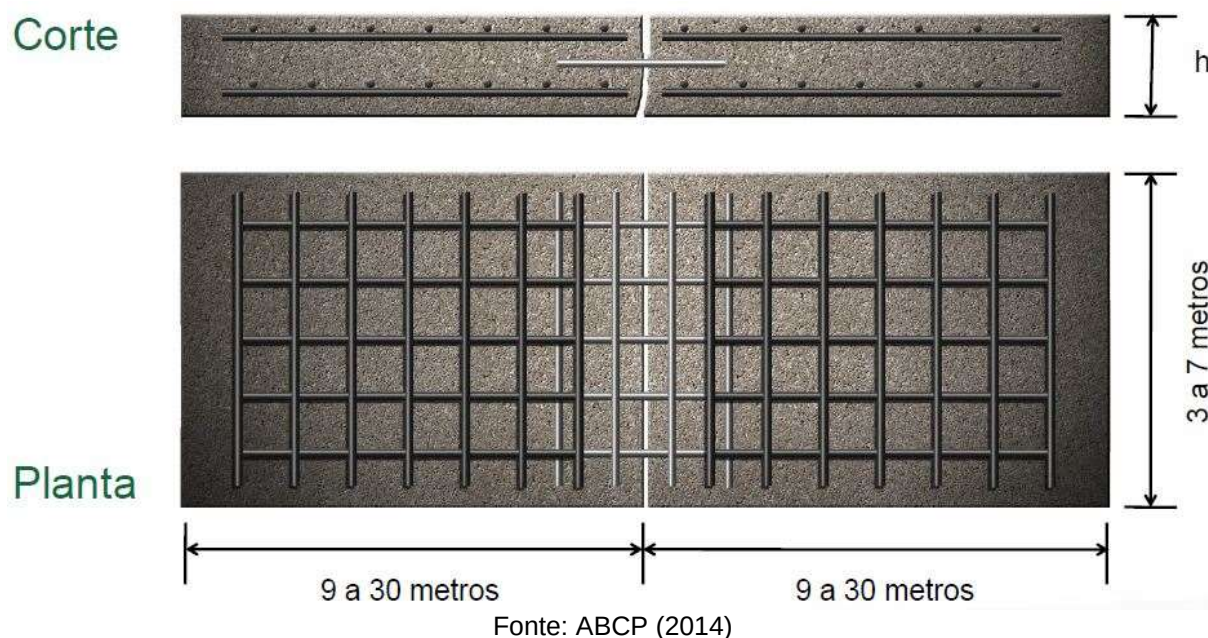


Fonte: Cristelli (2010)

2.2.2.5 Pavimento de Concreto Estruturalmente Armado

O pavimento de concreto estruturalmente armado é diferente dos demais pavimentos apresentados até o momento, principalmente dos pavimentos com armadura descontínua e contínua, porque possui armadura positiva posicionada abaixo da linha neutra para resistir às tensões de tração causadas pelo carregamento (CUNHA, 2013). No entanto, além da armadura positiva, esse pavimento também possui armadura acima da linha neutra, para que possa inibir a fissuração causada pela retração plástica, conforme consta na Figura 13.

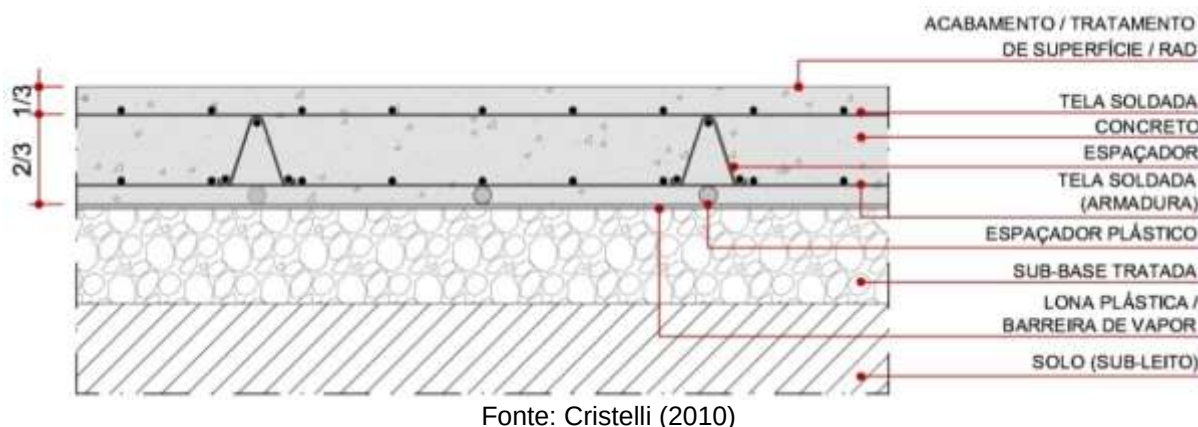
Figura 13 - Placa de concreto estruturalmente armado



Quando comparado aos pavimentos simples, esse tipo de pavimento apresenta como vantagem a possibilidade na redução da espessura da placa de concreto e aumentar espaçamento entre as juntas (de 9 a 30 metros de comprimento), portanto permite diminuir consideravelmente o número de juntas (CUNHA, 2013).

No Brasil, esse tipo de pavimento tem sido utilizado principalmente em parques industriais e em vias urbanas com grande tráfego. A seção transversal característica desse tipo de pavimento está representada na Figura 14.

Figura 14 - Seção transversal típica do pavimento de concreto estruturalmente armado



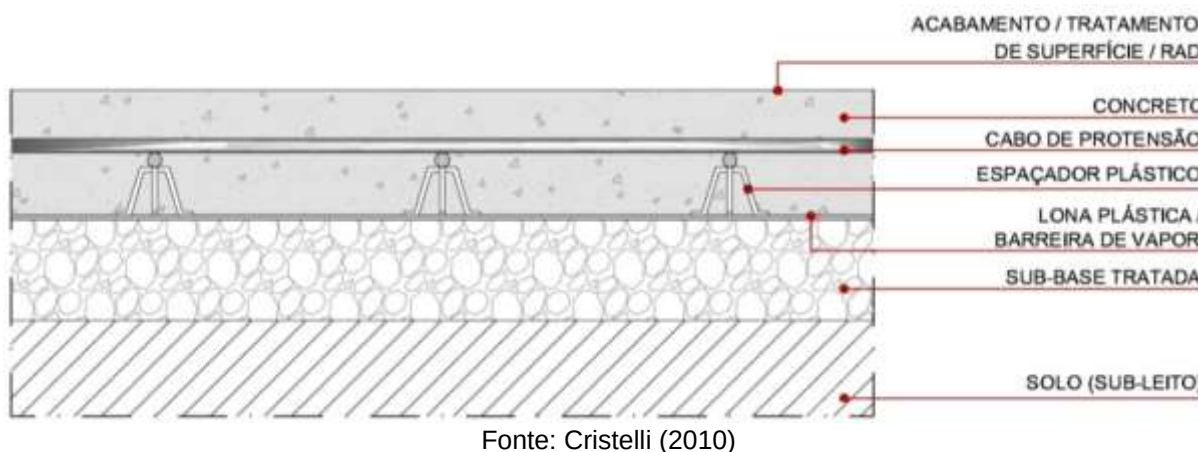
2.2.2.6 Pavimento de Concreto Protendido

O pavimento de concreto protendido é submetido a tensões de compressão por intermédio de cabos ancorados nas extremidades das placas, elevando a resistência de tração a flexão. Devido a esse processo, é possível reduzir a espessura das placas e aumentar o espaçamento entre as juntas (CUNHA, 2013).

Esse tipo de pavimento permite a execução de placas com comprimentos superiores a 100 metros. Na Figura 15 é demonstrada a seção transversal padrão desse tipo de pavimento, mas podem existir alterações, conforme as condições de contorno impostas no projeto.

No Brasil, esse tipo de pavimento é utilizado com frequência nas pistas e pátios de aeroportos.

Figura 15 - Seção transversal típica do pavimento de concreto protendido



O Manual de Pavimentos Rígidos do DNIT (2005) classifica os tipos de pavimentos rígidos em função dos materiais empregados e da concepção estrutural. Sendo assim, o referido manual complementa a lista dos principais pavimentos de concreto incluindo os seguintes tipos:

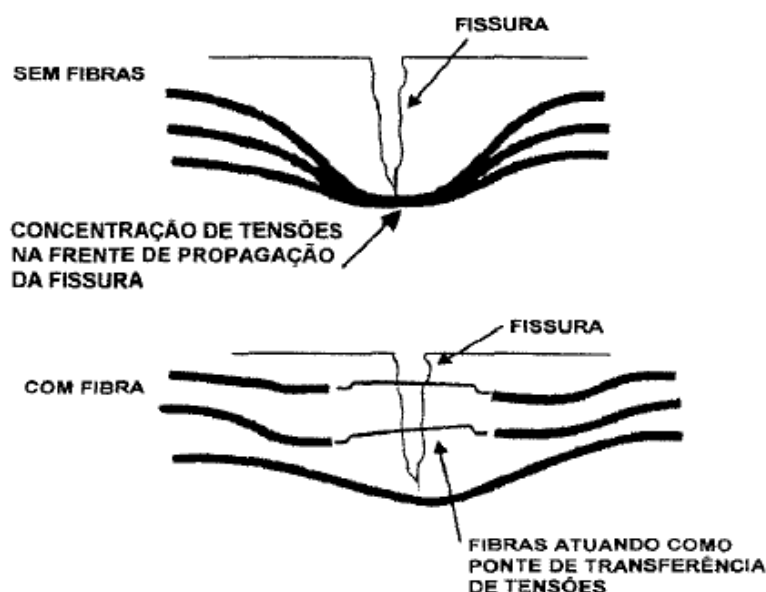
- a) Pavimento de concreto com fibras;
- b) Pavimento de placas de concreto pré-moldadas;
- c) *Whitetopping*.

2.2.2.7 Pavimento de Concreto com Fibras

O pavimento de concreto com fibras é composto de placas de concretos com adição de fibras. Conforme Carnio (1998), esse tipo de concreto é considerado um compósito onde a matriz é o concreto e o reforço é constituído pelas fibras aleatoriamente distribuídas na matriz.

Segundo Carnio (1998), a principal função do reforço com as fibras é controlar a propagação de fissuras no concreto e devido a isso, o modo de ruptura da matriz de concreto é modificado. De acordo com o autor, a capacidade de absorver deformações é elevada, quando comparada ao concreto convencional, e esse acréscimo é suficiente para transformar a característica de ruptura do material, de frágil para dúctil.

Figura 16 - Mecanismo de reforço das fibras

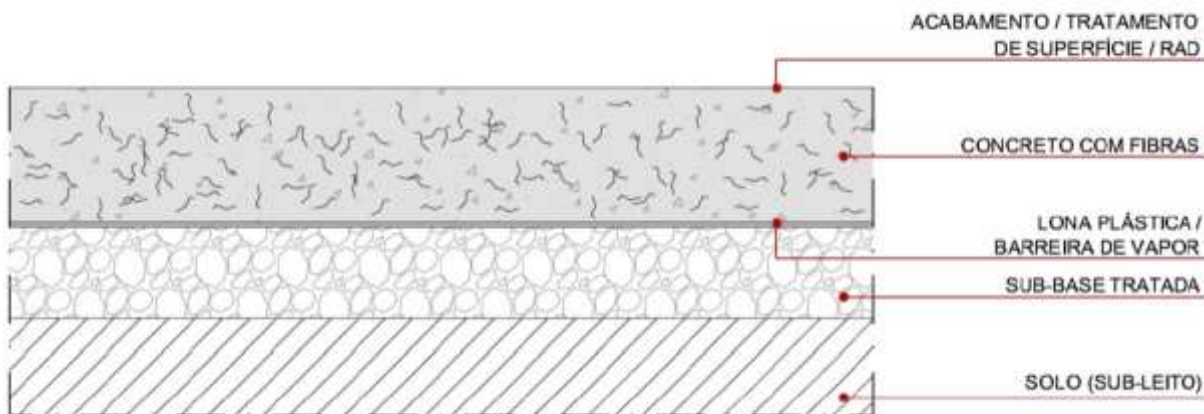


Fonte: Carnio (1998)

As fibras de aço são as que apresentam a maior eficiência, tendo em vista que possui alta resistência à tração e ótima capacidade de aderência na matriz de concreto de Cimento Portland (CARNIO, 1998). No entanto, existem outros tipos de fibras disponíveis no mercado, como as fibras de vidro e de plástico (CUNHA, 2013).

Cunha (2013) afirma que com a incorporação das fibras é possível executar os pavimentos com menor espessura e ainda, se bem dimensionado, possibilita o maior distanciamento entre as juntas. Na Figura 17 é demonstrada a seção transversal padrão desse tipo de pavimento, mas podem existir alterações, conforme as condições de contorno impostas no projeto.

Figura 17 - Seção transversal típica do pavimento de concreto com fibras



Fonte: Cristelli (2010)

2.2.2.8 Pavimentos de Placas de Concreto Pré-Moldadas

As placas de concreto pré-moldadas podem ser empregadas para a construção de pavimentos novos ou na reparação de pavimentos preexistentes (BALBO, 2009).

A maior desvantagem desse método ainda é o custo, tendo em vista que é mais elevado quando comparado ao método de moldagem *in loco*. No entanto, em contrapartida, existem muitas vantagens na utilização desse método (BALBO, 2009). Como as placas são confeccionadas em um processo industrial, as dimensões são mais precisas e atendem melhor ao projeto, as condições de cura são mais propícias e, portanto, previnem contra manifestações patológicas iniciais decorrentes da retração do concreto (retração plástica, por exemplo), além de viabilizar a produção de concretos e mais homogêneos e com maiores resistências, a menores custos (BALBO, 2009).

Para a correta execução desse tipo de pavimento é necessário considerar algumas particularidades referentes a execução da base e a armação das peças. A base precisa ser a mais plana e nivelada possível, tendo em vista que as placas precisam ser assentadas perfeitamente sobre a base, caso contrário as placas serão submetidas a estados críticos quando sofrerem ação de temperatura e de cargas do tráfego, portanto a base deve ser constituída de um material que permita a execução com as características necessárias. Também é importante que as placas sejam armadas para que resistam aos esforços gerados durante as movimentações até o local da obra (içamento, transporte, estocagem, etc). Normalmente as armaduras são dimensionadas para suportar o peso próprio da peça, no entanto as placas podem ser dimensionadas para trabalharem como pavimento de concreto estruturalmente armado, porém não é usual pois o transporte e a instalação limitam as dimensões da peça (BALBO, 2009).

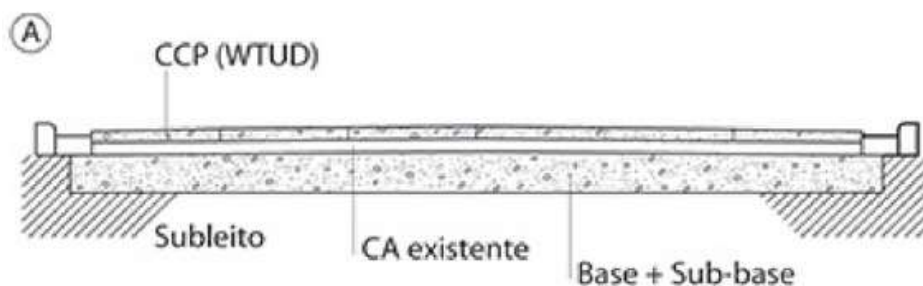
2.2.2.9 *Whitetopping*

O termo *whitetopping*, em tradução literal “cobertura branca”, refere-se à execução da camada de pavimento de concreto (que tem cor clara) moldada sobre o pavimento asfáltico existente (que tem cor escura) com a finalidade de reabilitar a camada de rolamento. Essa camada pode ser executada com pavimento de concreto simples ou pavimento de concreto estruturalmente armado, contudo a espessura é menor quando comparada com a execução convencional dos tipos de pavimentos de concretos mencionados anteriormente (CUNHA, 2013).

Conforme Balbo (2009) existe uma subdivisão desse tipo de pavimento conhecido como *whitetopping* ultradelgado. A principal diferença consiste na espessura da camada de concreto, se a mesma for superior a 100mm é considerado *whitetopping*, no entanto se for inferior a 100mm é considerado *whitetopping* ultradelgado.

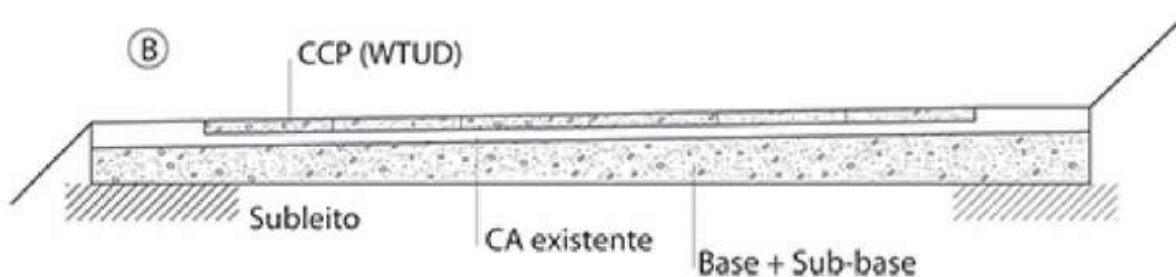
A moldagem do concreto no *whitetopping* ultradelgado pode ser executada de duas maneiras: sistema sobreposto (*overlay*) ou sistema encaixado (*inlay*), conforme representado na Figura 18 e na Figura 19, respectivamente. Em ambos os casos é necessário executar as juntas transversais e longitudinais, preferencialmente espaçadas com menos de 1m de distância, com o intuito de evitar as fissuras por retração (BALBO, 2009).

Figura 18 - *Whitetopping* ultradelgado: sistema sobreposto ou overlay



Fonte: Balbo (2009)

Figura 19 - *Whitetopping* ultradelgado: sistema encaixado ou inlay



Fonte: Balbo (2009)

Balbo (2009) adverte que no caso do *whitetopping* ultradelgado, a aderência do concreto à superfície do pavimento asfáltico é de vital importância, tendo em vista que esse fator pode reduzir as tensões aplicadas na placa de concreto. Conforme o autor, normalmente, a aderência é obtida através do processo de fresagem do pavimento asfáltico, seguido de uma intensa limpeza (retirada do pó e agregados soltos). No entanto, Balbo (2009) alerta que antes de realizar o procedimento para aderência da camada de concreto ao pavimento asfáltico existente, é necessário verificar se o mesmo possui capacidade estrutural para suportar as cargas a qual será submetido, tendo em vista que a camada asfáltica não trabalha em flexão, portanto se o pavimento asfáltico apresentar fissuração, não é recomendado executar o *whitetopping* ultradelgado sobre o mesmo.

Outra questão a ser considerada na execução do *whitetopping* ultradelgado é a espessura remanescente do concreto asfáltico a fim de que haja o trabalho efetivo das duas camadas. Segundo Balbo (2009) nas literaturas americanas e suecas são recomendadas espessuras de 75 a 150mm, no entanto conforme Pereira *et al* (2006) *apud* Balbo (2009), se for utilizado um concreto com maior resistência à flexão que suporte integralmente os momentos fletores no trecho em questão, pode ser utilizada

uma camada remanescente de 40mm de concreto asfáltico íntegro que será o suficiente para o bom desempenho do conjunto, desde que garantida a aderência entra as camadas.

2.3 PRINCIPAIS DEFEITOS EM PAVIMENTOS DE CONCRETO

A norma DNIT 061/2004 – TER define defeito como “anomalia observada no pavimento, decorrente de problemas na fundação, de má execução ou do uso do pavimento”. Giublin (2020) complementa essa definição indicando que os projetos mal dimensionados, tecnologia e uso de equipamentos inadequados também podem resultar em defeitos no pavimento.

Segundo a norma DNIT 061/2004 – TER os principais defeitos dos pavimentos rígidos de concreto de cimento Portland podem ser classificados da seguinte forma:

- a) Alçamento de placas;
- b) Fissura de canto;
- c) Placa dividida;
- d) Escalonamento ou degrau nas juntas;
- e) Falha na selagem das juntas;
- f) Desnível pavimento – acostamento;
- g) Fissuras lineares;
- h) Grandes reparos;
- i) Pequenos reparos;
- j) Desgaste superficial;
- k) Bombeamento;
- l) Quebras localizadas;
- m) Passagem de nível;
- n) Fissuras superficiais (rendilhado) e escamação;
- o) Fissuras de retração plástica;
- p) Esborcinamento ou quebra de canto;
- q) Esborcinamento de juntas;
- r) Placa “bailarina”;
- s) Assentamento;
- t) Buracos.

Giublin (2020) indica alguns dos principais motivos para o aparecimento dos defeitos encontrados nas obras de pavimento rígido de concreto de cimento Portland que são:

- a) Deslocamento das barras de transferência;
- b) Falta de laje de transição;
- c) Perda de suporte de fundação;
- d) Sub-base irregular;
- e) Espessuras deficientes;
- f) Texturização irregular;
- g) Corte desalinhado das juntas;
- h) Bordos desalinhados;
- i) Irregularidades superficiais;
- j) Traço inadequado do concreto;
- k) Projeto desconsiderando o alinhamento das juntas e/ou execução errada do projeto;
- l) Manutenção deficiente;
- m) Deficiência na execução da junta de construção;
- n) Deficiência na junta de dilatação.

As definições detalhadas e peculiaridades de cada defeito citado na norma DNIT 061/2004 - TER, bem como a representação destes defeitos constam no Anexo A.

2.4 PROCEDIMENTO PARA INSPEÇÃO VISUAL DE PAVIMENTOS DE CONCRETO, SEGUNDO A NORMA DNIT 060/2004-PRO

A norma DNIT 060/2004 – PRO define os procedimentos que devem ser adotados nas inspeções visuais dos pavimentos de concreto de cimento Portland. Conforme esta norma, a inspeção é composta de 4 fases:

- a) Definição dos trechos da rodovia;
- b) Determinação do tipo de inspeção;
- c) Levantamento dos defeitos visíveis; e
- d) Catalogação dos dados coletados na inspeção.

Para definir os trechos a serem inspecionados é importante considerar os dados obtidos no campo, as informações de escritório ou de cadastro documental e os trechos que apresentem indícios da necessidade de uma inspeção específica. O engenheiro responsável pela inspeção é quem determina quais trechos deverão ser vistoriados, ressaltando que a inspeção pode ser realizada em todo trecho ou por amostragem. Com o intuito de padronizar a inspeção, cada trecho é subdividido em partes menores denominadas amostras, sendo que cada amostra é constituída de 20 placas com nove metros de comprimento, no máximo.

Após a definição dos trechos, é realizado o levantamento dos defeitos visíveis e a partir dessa inspeção é possível: catalogar os tipos de defeitos, conforme os 20 defeitos apresentados na norma DNIT 061/2004-TER ou algum defeito atípico, caso seja a situação; determinar os graus de severidade de cada defeito, segundo os critérios que constam no Anexo E da norma DNIT 060/2004 – PRO e se encontra no Anexo B deste trabalho; e indicar o número de placas afetadas por um determinado tipo de defeito. Ressalta-se que mesmo que a norma do DNIT 060/2004 – PRO indique os critérios para determinar os graus de severidade dos defeitos, a experiência do inspetor é de suma importância e pode ter influência na determinação final do ICP.

A última fase consiste em catalogar os dados coletados na inspeção que foram compilados na ficha de inspeção que consta no Anexo G da norma DNIT 060/2004 – PRO e se encontra no Anexo B deste trabalho.

2.5 AVALIAÇÃO OBJETIVA DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO, SEGUNDO A NORMA DNIT 062/2004-PRO

A norma DNIT 062/2004 – PRO define os procedimentos que devem ser adotados para a avaliação objetiva dos pavimentos rígidos de concreto de cimento Portland. Essa norma segue a metodologia desenvolvida pela *U.S Army Construction Engineering Research Laboratory* (CERL).

A avaliação objetiva consiste basicamente na determinação do Índice de Condição do Pavimento (ICP) que é a forma de mensurar a condição estrutural do pavimento. Conforme a norma DNIT 062/2004 – PRO, por meio desse índice é possível fornecer informações a respeito da condição da rodovia e possibilitar a organização de programas de manutenção, prevenção e de recuperação.

Para realizar a avaliação objetiva é necessário seguir cinco fases:

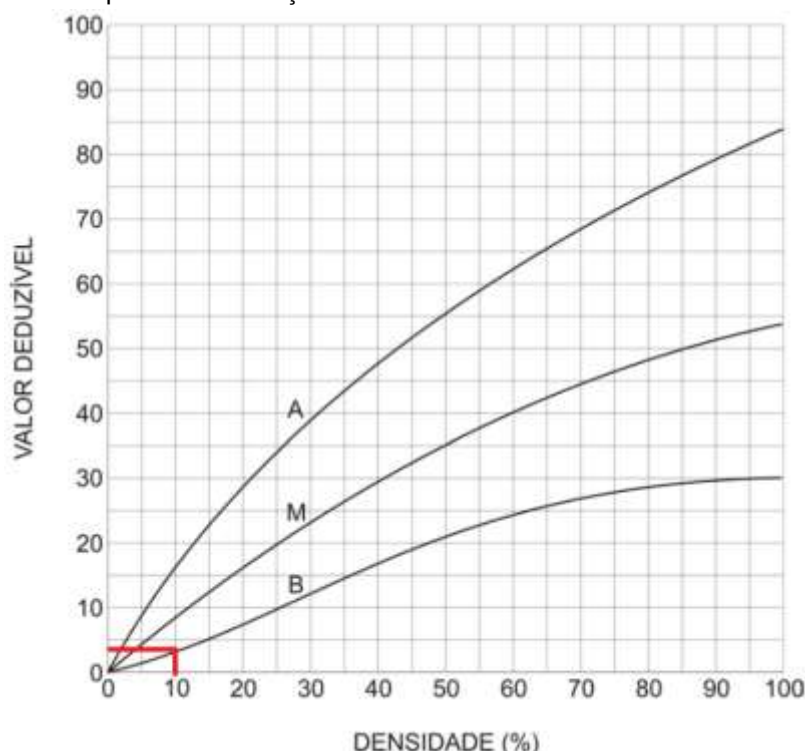
- a) Análise dos dados obtidos em inspeção;
- b) Cálculo dos Índices de Condição do Pavimento (ICP);
- c) Atribuição dos conceitos;
- d) Análise do cadastro documental;
- e) Emissão de laudo.

A primeira fase é referente aos dados obtidos na inspeção visual realizada conforme os procedimentos da norma DNIT 060/2004 – PRO.

Na segunda fase é necessário calcular o ICP de cada amostra inspecionada e de todo trecho considerado. O procedimento detalhado para efetuar o cálculo do ICP consta no Anexo A da norma DNIT 062/2004 – PRO que se encontra no Anexo C deste trabalho, no entanto as etapas resumidas são as seguintes:

- a) Obter o valor deduzível de cada defeito com base nos gráficos que constam no Anexo A da norma DNIT 062/2004 – PRO, sendo que os valores deduzíveis dependem diretamente do grau de severidade e da densidade dos defeitos. Para exemplificar, no Gráfico 1 são apresentadas as curvas da fissura de canto e demonstra o valor deduzível desse defeito a partir da densidade (10%) e grau de severidade (baixo) indicados na Figura 20.

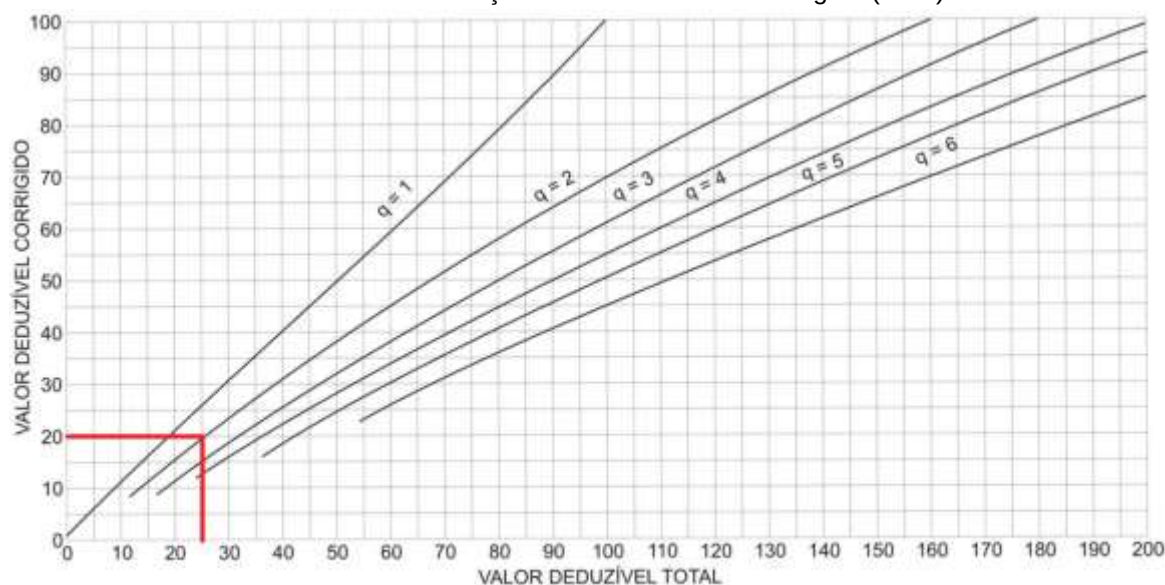
Gráfico 1 - Curvas para determinação dos valores deduzíveis do defeito fissura de canto



Fonte: Adaptado CERL (1979) *apud* norma DNIT 062/2004 – PRO (2004)

- b) Somar os valores deduzíveis para obter o valor deduzível total;
- c) Obter o valor deduzível corrigido (VDC) a partir do valor deduzível total e do gráfico que consta no item 7 do Anexo A da norma DNIT 062/2004 – PRO. No Gráfico 2 é determinado o VDC a partir do valor deduzível total (25) e do fator “q” (2) indicados na Figura 20.

Gráfico 2 - Determinação do valor deduzível corrigido (VDC)



NOTA: q = número de valores deduzíveis superiores a 5, considerando o maior valor para cada tipo de defeito.

Fonte: Adaptado CERL (1979) *apud* norma DNIT 062/2004 – PRO (2004)

- d) Por fim, calcular o valor do ICP através da seguinte subtração: 100 – VDC. Na Figura 20 é demonstrado um exemplo onde o valor deduzível corrigido (VDC) obtido foi de 20, sendo assim, seguindo a subtração apresentada anteriormente, o ICP encontrado foi de 80.

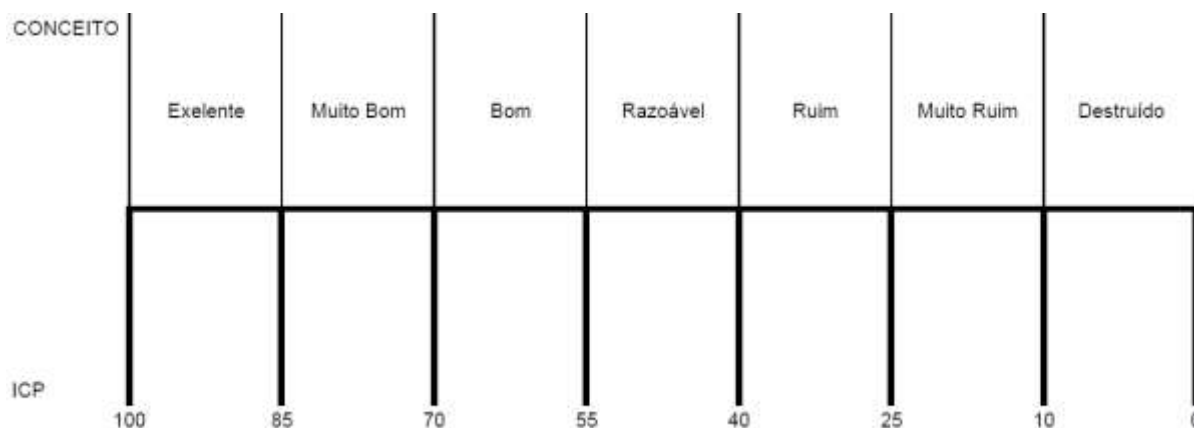
Figura 20 - Modelo da ficha de inspeção

Rodovia: Linha Verde
 Local: Estação Tubo São Pedro
 Pista: Principal
 Número de Placas: 20
 Data da Inspeção: 22/11/2020

DEFEITOS		NUMERAÇÃO DAS PLACAS																			
		21A	21B	22A	22B	23A	23B	24A	24B	25A	25B	26A	26B	27A	27B	28A	28B	29A	29B	30A	30B
Alçamento de placas	1																				
Fissura de canto	2																				
Placa dividida	3																				
Degrau de junta	4						B		B												
Defeito na selagem das juntas	5	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Desnível pavimento-acostamento	6																				
Fissuras lineares	7																				
Grandes reparos	8																				
Pequenos reparos	9																				
Desgaste superficial	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Bombeamento	11																				
Quebras localizadas	12																				
Passagem de nível	13																				
Rendilhamento e escamação	14																				
Fissuras de retração plástica	15			X		X		X		X		X		X		X		X			
Quebra de canto	16																				
Esborcinamento de juntas	17																				
Placas bailarina	18																				
Assentamento	19																				
Buraco	20																				

Número de placas analisadas			20		Placas 21A- 30B		
30	5 A 10	5 A 10	TIPOS DE DEFEITOS				
			1. Alçamento de placas	11. Bombeamento			
29	5 A 10 15	5 A 10	2. Fissura de canto	12. Quebras localizadas			
			3. Placa dividida	13. Passagem de nível			
28	5 A 10 15	5 A 10	4. Degrau de junta	14. Rendilhamento e escamação			
			5. Defeito na selagem das juntas	15. Fissuras de retração plástica			
27	5 A 10 15	5 A 10	6. Desnível pavimento-acostamento	16. Quebra de canto			
			7. Fissuras lineares	17. Esborcinamento de juntas			
26	5 A 10 15	5 A 10	8. Grandes reparos	18. Placas bailarina			
			9. Pequenos reparos	19. Assentamento			
25	5 A 10 15	5 A 10	10. Desgaste superficial	20. Buraco			
			Tipos de Defeitos	Graus de Severidade	Nº de placas afetadas	% de placas afetadas ¹	Valor Deduzível
24	5 A 10 15	4 B 5 A 10	4	B	2	10%	4
			5	A	20	100%	8
23	5 A 10 15	5 A 10	10	X	20	100%	10
			15	X	8	40%	3
22	5 A 10 15	5 A 10				0%	
						0%	
21	5 A 10	5 A 10				0%	
						0%	
A	B		VALOR DEDUZIVEL TOTAL				25
			VALOR DEDUZIVEL CORRIGIDO (VDC) ²				20
			IPC=(100 - VDC)				80
			CONCEITO				Muito Bom

Figura 21 - Escala de avaliação do ICP



Fonte: Norma DNIT 062/2004 – PRO (2004)

Na quarta fase é realizada a investigação do histórico da rodovia com o intuito de obter o maior número de informações sobre: projeto, construção, operação, reparação e reforço.

Por último, a quinta fase é referente a elaboração do laudo, apresentando o diagnóstico do trecho quanto a condição estrutural e o comportamento do pavimento. Este documento deve possuir os seguintes elementos:

- a) Parecer sobre a condição geral da estrutura e do comportamento da pavimentação avaliada;
- b) Conceito atribuído à pavimentação;
- c) Informações específicas sobre:
 - i. Estado geral das juntas e dos materiais selantes;
 - ii. Defeitos atípicos detectados; e
 - iii. Eventuais desgastes superficiais, assentamentos e buracos.
- d) Sugestão para a alteração do conceito atribuído pelo cálculo, se for o caso;
- e) Prováveis causas dos defeitos observados no trecho;
- f) Descrição do estado das amostras que merecem atenção especial devido a atribuição de conceitos baixos ($ICP \leq 40$); e
- g) As fichas como anexos.

Os procedimentos, fórmulas e gráficos relacionados a avaliação objetiva constam no Anexo C do presente trabalho.

3 ESTUDO DE CAMPO

O estudo de campo do presente trabalho é inspecionar os pavimentos das estações tubo da Linha Verde Sul. Identificou-se que o mais apropriado seria utilizar como base a norma DNIT 060/2004 – PRO que trata da inspeção visual do pavimento rígido e a norma DNIT 062/2004 – PRO que trata da avaliação objetiva de pavimento rígido, tendo em vista que desta forma é possível obter um parâmetro para verificar a condição dos pavimentos das estações, no caso a referência utilizada é o Índice de Condição do Pavimento (ICP).

3.1 LOCALIZAÇÃO

A Linha Verde é o 6º eixo de transporte e de integração viária de Curitiba. São aproximadamente 22 km de extensão que conectam a região Sul da cidade a região norte, mais especificamente dos bairros Pinheirinho ao Atuba (PREFEITURA CURITIBA, 2019).

Tendo em vista a extensão dessa via, optou-se por realizar a análise em pontos específicos que são as seguintes estações tubo: São Pedro, Xaxim, Santa Bernadethe, Fanny e Marechal Floriano, conforme pode ser verificado no croqui que consta na Figura 22:

Figura 22 - Localização das estações tubo analisadas



Fonte: Adaptado de Google Earth (2020)

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO PAVIMENTO

A inspeção visual foi realizada com o intuito de levantar as ocorrências de manifestações patológicas e avaliar a condição dos pavimentos de concreto das estações tubo que estão em operação desde o término da primeira fase de construção da Linha Verde.

As obras que modelaram a Linha Verde na atual configuração tiveram início em 2007, tendo como pontos limites o bairro Pinheirinho e o bairro Jardim Botânico (próximo à Universidade Federal do Paraná). A nova estrutura viária foi formada pelos seguintes componentes: canaleta, vias marginais, vias locais e via de acesso ao terminal de integração ao Terminal de Integração Pinheirinho (GIUBLIN et.al, 2010), conforme demonstrado na Figura 23 a seguir:

Figura 23 - Nova estrutura viária da Linha Verde



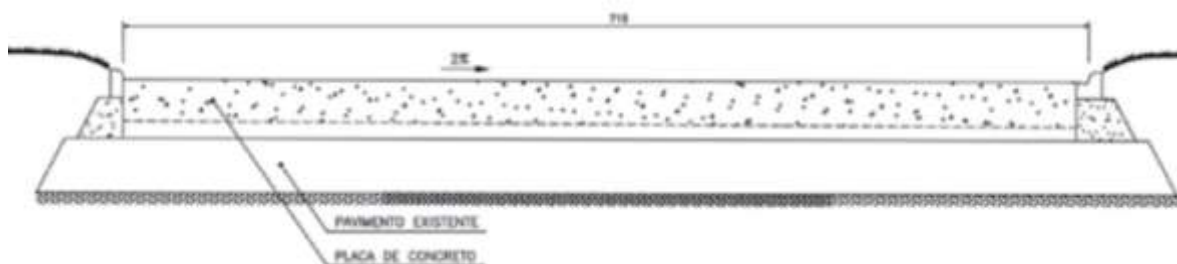
Fonte: Os autores (2020)

Nas vias marginais e nas vias locais foi adotado o pavimento flexível com revestimento asfáltico. No entanto nas canaletas e na via de acesso ao Terminal de Integração Pinheirinho foi adotado o pavimento rígido de concreto de cimento Portland sobre uma sub-base de 12cm de Brita Graduada Tratada com Cimento (BGTC). Com base nas solicitações no decorrer do trecho, foram determinados 3

tipos de seções transversais (GIUBLIN et.al, 2010).

A primeira seção transversal foi destinada para a canaleta exclusiva e utilizou a técnica *overlay*, ou seja, a sub-base de BGTC e a placa de concreto foram executadas sobre a estrutura do pavimento antigo. A placa de concreto foi executada com 25cm de espessura e $f_{ctmk} = 4,5\text{MPa}$ (GIUBLIN et.al, 2010), conforme é indicado na Figura 24 a seguir:

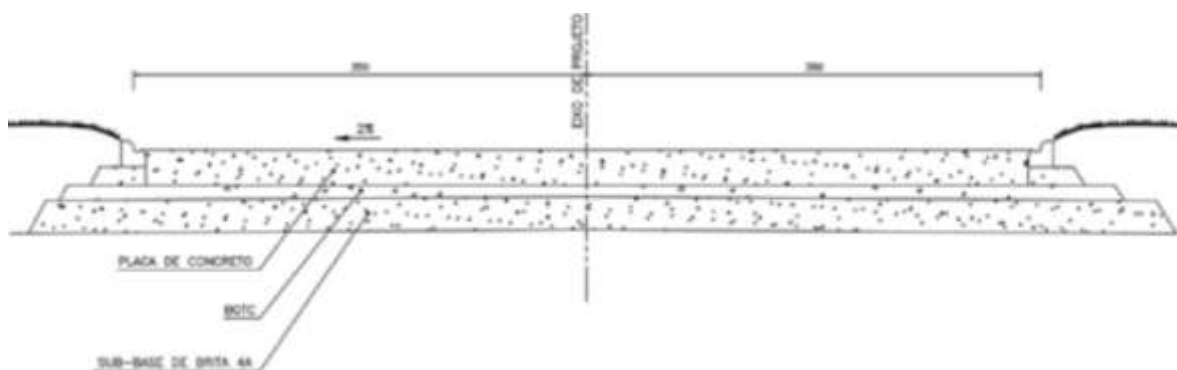
Figura 24 - Seção transversal da canaleta exclusiva (overlay)



Fonte: GIUBLIN et.al (2010)

A segunda seção transversal também foi destinada para a canaleta exclusiva, no entanto foi implantado um pavimento novo, portanto, nesse caso, a sub-base de BGTC foi complementada com Brita 4A. A placa de concreto foi executada com 25cm de espessura e $f_{ctmk} = 4,5\text{MPa}$ (GIUBLIN et.al, 2010), conforme é indicado na Figura 25 a seguir:

Figura 25 - Seção transversal da canaleta exclusiva (pavimento novo)



Fonte: GIUBLIN et.al (2010)

A terceira seção transversal foi destinada apenas para as estações de parada dos ônibus. Para essa situação foram executadas placas de concreto estruturalmente armadas com 14cm de espessura e $f_{ck} = 30\text{MPa}$. Além disso, nas juntas transversais foram utilizadas barras de transferência com aço CA-25, diâmetro de 32mm, comprimento de 50cm, com 27cm pintada e engraxada, e espaçamento entre elas de 30cm. Nas juntas longitudinais foram utilizadas barras com aço CA-50, diâmetro de

no ano de 2007 e nota-se que as obras para a remodelação deste trecho já tinham sido iniciadas. A metade direita apresenta a atual configuração da Linha Verde.

É possível notar que as pistas principais desta estação tubo foram executadas pelo método *Whitetopping-overlay*, assim como a marginal direita. No caso da marginal esquerda foi necessário construir um pavimento novo.

Figura 28 - Estação Xaxim (esquerda 2007 x direita 2012)



Fonte: Adaptado de IPPUC (2020)

A Figura 29 ilustra a comparação do local da estação tubo Santa Bernadethe no ano de 2007 e 2012. A metade esquerda indica a situação do pavimento da antiga BR-116 no ano de 2007 e nota-se que as obras para a remodelação deste trecho já tinham sido iniciadas. A metade direita apresenta a atual configuração da Linha Verde.

É possível notar que as pistas principais desta estação tubo foram executadas pelo método *Whitetopping-overlay*, no entanto nas marginais foi necessário construir um pavimento novo.

Figura 29 - Estação Santa Bernadethe (esquerda 2007 x direita 2012)



Fonte: Adaptado de IPPUC (2020)

A Figura 30 ilustra a comparação do local da estação tubo Fanny no ano de 2007 e 2012. A metade esquerda indica a situação do pavimento da antiga BR-116 no ano de 2007 e nota-se que as obras para a remodelação deste trecho já tinham sido iniciadas. A metade direita apresenta a atual configuração da Linha Verde.

É possível notar que as pistas principais desta estação tubo foram executadas pelo método *Whitetopping-overlay*, no entanto nas marginais foi necessário construir um pavimento novo.

Figura 30 - Estação Fanny (esquerda 2007 x direita 2012)



Fonte: Adaptado de IPPUC (2020)

A Figura 31 ilustra a comparação do local da estação tubo Marechal Floriano no ano de 2007 e 2012. A metade esquerda indica a situação do pavimento da antiga BR-116 no ano de 2007. A metade direita apresenta a atual configuração da Linha Verde.

É possível notar que as pistas principais desta estação tubo foram construídas com pavimento novo.

Figura 31 - Estação Marechal Floriano (esquerda 2007 x direita 2012)



Fonte: Adaptado de IPPUC (2020)

3.2.1 Lotes Executados

Assim como mencionado anteriormente, o primeiro segmento de obras da Linha Verde teve o início de 2007 e conectou o bairro Pinheirinho e o bairro Jardim Botânico (próximo à Universidade Federal do Paraná). Esse segmento foi separado no Lote I e Lote II, que foram executados por empresas diferentes e tiveram alguns processos executivos também diferentes (GIUBLIN et.al, 2010). Para realizar a comparação entre a execução desses dois lotes foi elaborado o Quadro 2.

Quadro 2 - Comparativo entre os processos executivos do Lote I e Lote II

LOTE I		
Equipamento		Pavimentadora de formas deslizantes
Cura:		Equipamento autopropulsionado, constituído de bomba e barra espargidora
Juntas de Retração	Tempo para corte	06hs - 10hs
	Profundidade de corte	80mm
	Espessura de corte	3mm
Selagem das Juntas	Início da execução	21 dias após a concretagem
	Profundidade de corte	20mm
	Espessura de corte	6mm

LOTE II		
Equipamentos		Pavimentadora de rolo vibratório e réguas treliçadas
Cura:		Bomba espargidora costal
Juntas de Retração	Tempo para corte	06hs - 10hs
	Profundidade de corte	80mm
	Espessura de corte	3mm
Selagem das Juntas	Início da execução	21 dias após a concretagem
	Profundidade de corte	20mm
	Espessura de corte	6mm

Fonte: Adaptado de GIUBLIN et.al (2010)

3.2.2 Tráfego

A primeira fase da construção da Linha Verde, que corresponde ao Lote I e Lote II do trecho sul, foi concluída em 2009 (PREFEITURA CURITIBA, 2019). As estações São Pedro, Xaxim e Santa Bernadethe pertencem ao Lote I e as estações Fanny e Marechal Floriano pertencem ao Lote II. O término dessa fase da obra possibilitou a criação da linha do Ligeirão Pinheirinho/Carlos Gomes, que é a principal linha de transporte coletivo deste trecho.

As linhas de ônibus que atualmente param nas estações tubo em estudo no sentido da praça Carlos Gomes estão indicadas no Quadro 3.

Quadro 3 - Linhas de ônibus no sentido Carlos Gomes

	Biarticulado	Articulado			Básico				
Estações - Tubo (sentido Carlos Gomes)	550 - Ligeirão Pinheirinho/Carlos Gomes	502 - Circular Sul	F02 - Curitiba / Fazenda Rio Grande	629 - Alto Boqueirão	624 - Vila São Pedro	625 - Gramados	657 - Xaxim/Capão Raso	621 - Fanny	B42 - Maracanã/Linha Verde
Tipo de Pista	Principal	Principal	Principal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal
São Pedro	X				X	X			
Xaxim	X			X			X		
Santa Bernadethe	X								
Fanny	X							X	X
Marechal Floriano Peixoto	X	X	X						

Fonte: Os autores (2020)

As linhas de ônibus que atualmente param nas estações tubo em estudo no sentido do terminal Pinheirinho estão indicadas no Quadro 4.

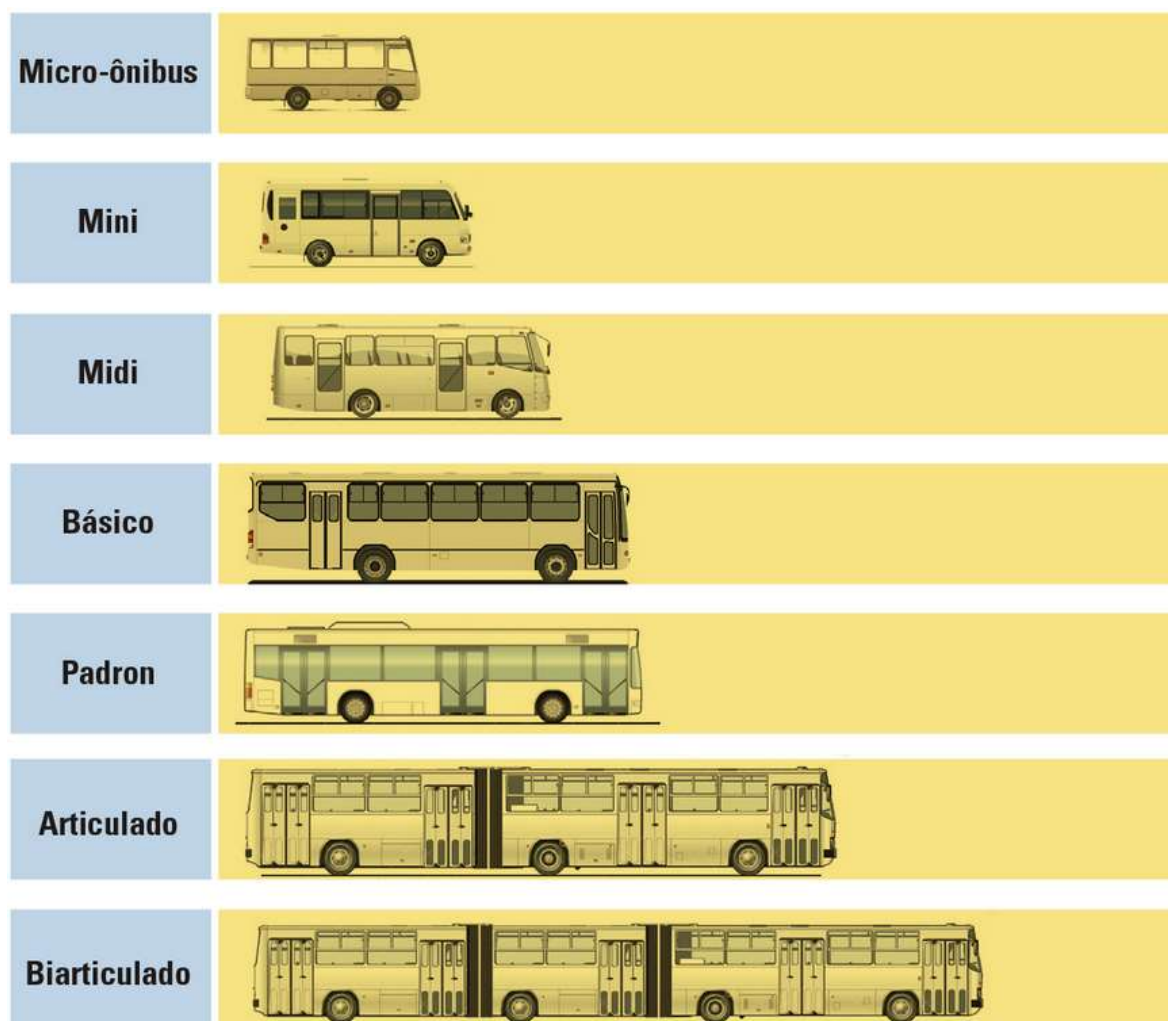
Quadro 4 - Linhas de ônibus no sentido Pinheirinho

	Biarticulado	Articulado			Básico				Micro- Ônibus
Estações - Tubo (sentido Pinheirinho)	550 - Ligeirão Pinheirinho/Carlos Gomes	602 - Circular Sul	F02 - Curitiba / Fazenda Rio Grande	629 - Alto Boqueirão	624 - Vila São Pedro	625 - Gramados	657 - Xaxim/Capão Raso	621 - Fanny	616 - Portão/Santa Bernadethe-Linha Verde
Tipo de Pista	Principal	Principal	Principal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal	Marginal
São Pedro	X				X	X			
Xaxim	X			X			X		
Santa Bernadethe	X								X
Fanny	X							X	X
Marechal Floriano Peixoto	X	X	X						

Fonte: Os autores (2020)

Na Figura 32 é apresentada a comparação dos tipos de ônibus que normalmente transitam no ambiente urbano, dessa forma é possível realizar a correlação com os tipos de tipos de ônibus que param em cada estação tubo.

Figura 32 - Classificação de veículos com características urbanas para transporte coletivo de passageiros



Fonte: Transporte moderno (2017)

A partir da informação de quais linhas trafegam em cada estação tubo foi possível verificar as solicitações impostas em cada trecho das estações. Os números das viagens foram calculados com base nas informações cedidas no site da URBS.

Para uniformizar a solicitação e poder realizar as devidas comparações, a solicitação de cada ônibus foi convertida para o eixo padrão rodoviário brasileiro, que seria um eixo simples de rodas duplas e que transmite ao pavimento uma carga total de 8,2 toneladas, este padrão é o utilizado nas normas nacionais de dimensionamento. O fator de equivalência de cada ônibus pode ser verificado no Quadro 5.

Quadro 5 - Fator de Equivalência para o Eixo Padrão de 8,2t

Tipo de Ônibus	Tipos de Eixo	Fator de Equivalência por Eixo (AASHTO)		F.E (AASHTO)
		ES	ED	
Micro	ES + ED	0,327336625	2,974275535	3,3
Convencional	ES + ED	0,327336625	2,974275535	3,3
Articulado	ES + ED + ED	0,327336625	2,974275535	6,28
Biarticulado	ES + ED + ED + ED	0,327336625	2,974275535	9,25

Fonte: Os autores (2020)

Os números das viagens mensais de cada linha de ônibus podem ser verificados no Quadro 6.

Quadro 6 - Número de viagens dos ônibus por faixa de cada estação.

Estação	Linha	Modelo	Sentido	Faixa	Nº viagens/Mês	Nº viagens/Mês (eixo padrão)
São Pedro	Ligeirão Pinheirinho/Carlos Gomes	Biarticulado	Jardim Botânico	Principais	16.016	148.148
			Pinheirinho		16.004	148.037
	Vila São Pedro	Convencional	Jardim Botânico	Marginais	6.762	22.315
			Pinheirinho		6.762	22.315
	Gramados	Convencional	Jardim Botânico	Marginais	8.262	27.265
			Pinheirinho		8.374	27.634
Xaxim	Ligeirão Pinheirinho/Carlos Gomes	Biarticulado	Jardim Botânico	Principais	16.016	148.148
			Pinheirinho		16.004	148.037
	Alto Boqueirão	Articulado	Jardim Botânico	Marginais	5.120	32.154
			Pinheirinho		5.120	32.154
	Xaxim/Capão Raso	Convencional	Jardim Botânico	Marginais	6.374	21.034
			Pinheirinho		6.374	21.034
Santa Bernadethe	Ligeirão Pinheirinho/Carlos Gomes	Biarticulado	Jardim Botânico	Principais	16.016	148.148
			Pinheirinho		16.004	148.037
	Portão/Santa Bernadethe - Linha verde	Micro	Jardim Botânico	Marginais	2.858	9.431
			Pinheirinho		2.858	9.431
Fanny	Ligeirão Pinheirinho/Carlos Gomes	Biarticulado	Jardim Botânico	Principais	16.016	148.148
			Pinheirinho		16.004	148.037
	Portão/Santa Bernadethe - Linha verde	Micro	Jardim Botânico	Marginais	2.858	9.431
			Pinheirinho		2.858	9.431
	Maracanã - Linha Verde	Convencional	Jardim Botânico	Marginais	3.478	11.477
			Pinheirinho		2.478	8.177
	Fanny	Convencional	Jardim Botânico	Marginais	7.660	25.278
			Pinheirinho		7.660	25.278
Marechal Floriano	Ligeirão Pinheirinho/Carlos Gomes	Biarticulado	Jardim Botânico	Principais	16.016	148.148
			Pinheirinho		16.004	148.037
	Fazenda Rio Grande	Articulado	Jardim Botânico	Principais	9.505	59.691
			Pinheirinho		9.548	59.961
	Circular Sul	Biarticulado	Jardim Botânico	Principais	13.334	123.340
			Pinheirinho		13.334	123.340

Fonte: Os autores (2020)

Com base nas informações do Quadro 6, foi possível determinar as solicitações que cada pavimento sofre em cada sentido da estação, conforme consta no Quadro 7.

Quadro 7 - Resumo das viagens dos ônibus por sentido

Estação	Sentido	Faixa	Nº viagens/Mês (eixo padrão)
São Pedro	Jardim Botânico	Principal	148.148
		Marginal	49.579
	Pinheirinho	Principal	148.037
		Marginal	49.949
Xaxim	Jardim Botânico	Principal	148.148
		Marginal	53.188
	Pinheirinho	Principal	148.037
		Marginal	53.188
Santa Bernadethe	Jardim Botânico	Principal	148.148
		Marginal	9.431
	Pinheirinho	Principal	148.037
		Marginal	9.431
Fanny	Jardim Botânico	Principal	148.148
		Marginal	46.187
	Pinheirinho	Principal	148.037
		Marginal	42.887
Marechal Floriano	Jardim Botânico	Principal	331.179
	Pinheirinho	Principal	331.338

Fonte: Os autores (2020)

Observando as informações do Quadro 8 nota-se que a estação com maior tráfego na pista principal é a Marechal Floriano, as demais estações apresentam o mesmo fluxo. Percebe-se ainda que a estação Xaxim é a que apresenta maior tráfego nas marginais, enquanto a estação Santa Bernadethe é a apresenta o menor fluxo de ônibus nas marginais.

Quadro 8 - Resumo das viagens dos ônibus por tipo de faixa

Estação	Sentido	Nº viagens/Mês (eixo padrão)
São Pedro	Principal	296.185
	Marginal	99.528
	Total	395.713
Xaxim	Principal	296.185
	Marginal	106.376
	Total	402.561
Santa Bernadethe	Principal	296.185
	Marginal	18.863
	Total	315.048
Fanny	Principal	296.185
	Marginal	89.074
	Total	385.259
Marechal Floriano	Principal	662.517

Fonte: Os autores (2020)

3.3 INSPEÇÃO VISUAL NO TRECHO

A inspeção em todas as estações tubo foram realizadas em 22/11/2020 nos períodos da manhã e da tarde. O tempo estava ensolarado, auxiliando na melhor visualização dos defeitos no pavimento.

As estações tubo São Pedro, Xaxim, Santa Bernadethe e Fanny apresentam quatro pistas de rolamento, sendo duas pistas principais e duas marginais. A estação Marechal Floriano tem uma configuração diferente das demais, pois possui duas pistas somente.

A Figura 33 apresenta o panorama das estações tubo com 04 pistas.

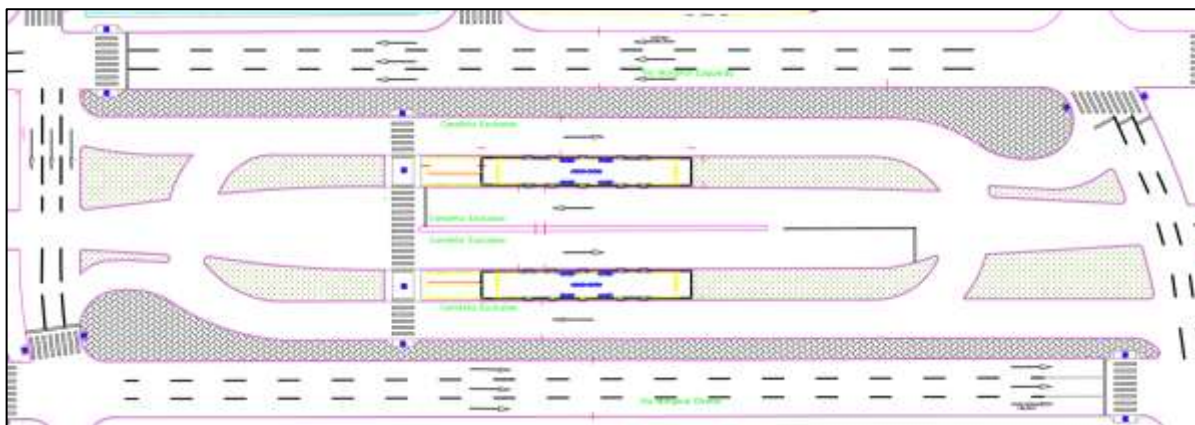
Figura 33 - Estação tubo Fanny com quatro pistas de rolamento



Fonte: Os autores (2020)

A Figura 34 apresenta o croqui das estações tubo com 04 pistas, sendo que o croqui em maior escala encontra-se no apêndice B.

Figura 34 - Croqui da Estação tubo Fanny com quatro pistas de rolamento



Fonte: Os autores (2020)

A Figura 35 apresenta o panorama da estação tubo Marechal Floriano que possui apenas 02 pistas.

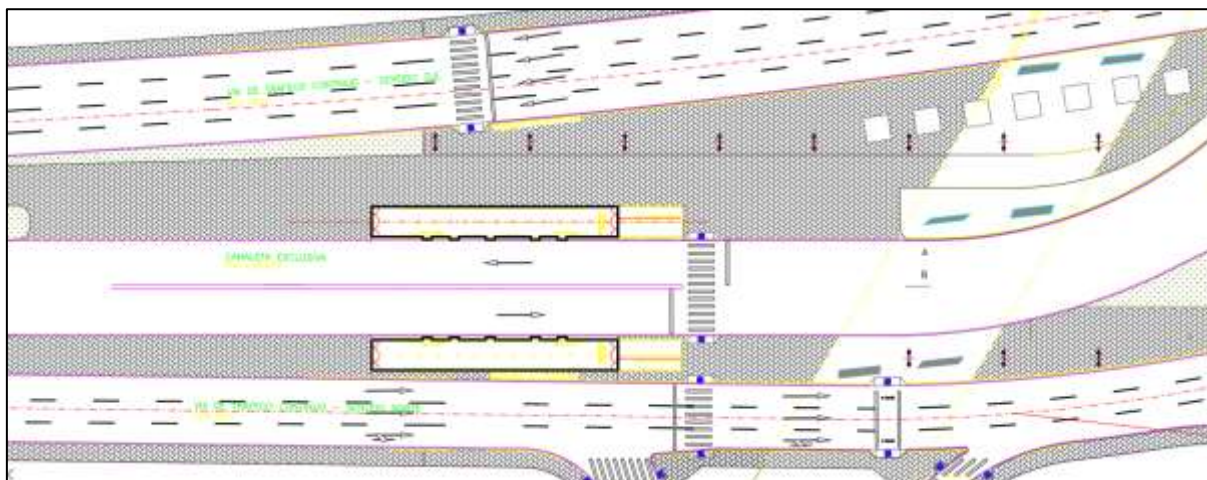
Figura 35 - Estação tubo Marechal Floriano com duas pistas de rolamento



Fonte: Os autores (2020)

A Figura 36 apresenta o croqui da estação tubo Marechal Floriano, sendo que o croqui em maior escala encontra-se no apêndice B.

Figura 36 - Croqui da Estação tubo Marechal Floriano com duas pistas de rolamento



Fonte: Os autores (2020)

Determinou-se para inspeção o comprimento da estação tubo, que são os locais onde ocorrem as paradas dos ônibus, portanto correspondem as áreas de frenagem e aceleração dos ônibus. Sendo assim inspecionou-se 20 placas por pista de rolamento, portanto foram inspecionadas 80 placas em cada estação, exceto na estação Marechal Floriano que foram inspecionadas 40 placas devido sua configuração, totalizando 360 placas.

3.3.1 Estação Tubo São Pedro

As placas foram numeradas de 1 a 40 com lados A e B, sendo que a contagem inicia da pista marginal da esquerda, e “A” sendo a placa da esquerda e “B” a placa da direita. O sentido do início da contagem é no sentido Pinheirinho-Jardim Botânico. A Figura 37 ilustra o croqui da estação tubo com a numeração das placas.

Figura 37 - Croqui estação tubo São Pedro



Fonte: Adaptado de Google Earth (2020)

As placas possuem dimensões padrões de 3,50 metros x 5,00 metros. A seguir a Figura 38 apresenta um croqui com as manifestações patológicas catalogadas durante a inspeção.

Figura 39 - Croqui estação tubo Xaxim



Fonte: Adaptado de Google Earth (2020)

As placas possuem dimensões padrões de 3,50 metros x 5,00 metros. A seguir a Figura 40 apresenta um croqui com as manifestações patológicas catalogadas durante a inspeção.

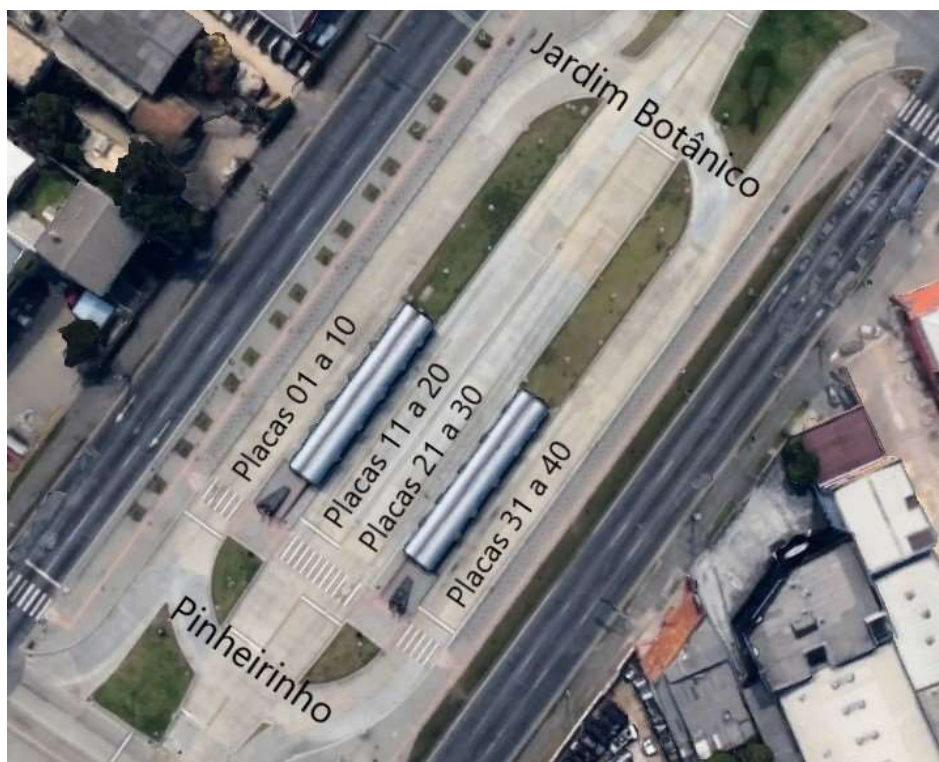
Figura 41 - Croqui estação tubo Santa Bernadethe



Fonte: Adaptado de Google Earth (2020)

As placas possuem dimensões padrões de 3,50 metros x 5,00 metros. A seguir a Figura 42 apresenta um croqui com as manifestações patológicas catalogadas durante a inspeção.

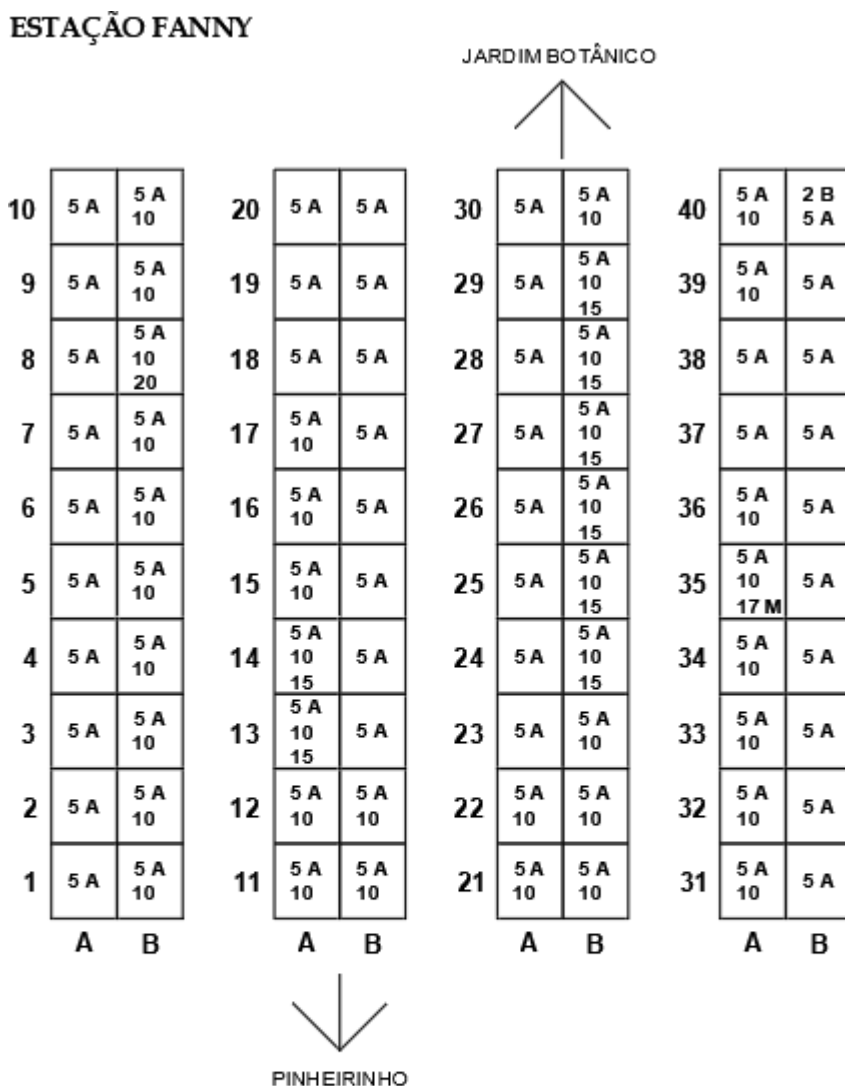
Figura 43 - Croqui estação tubo Fanny



Fonte: Adaptado de Google Earth (2020).

As placas possuem dimensões padrões de 3,50 x 5,00 metros nas pistas principais, porém as marginais possuem dimensões de 3,50 x 10,00 metros, de acordo com a recomendação da norma DNIT 060/2004 – PRO as placas com mais de 9,00 metros devem ser consideradas como se possuíssem uma junta em perfeitas condições, portanto foi considerado que as placas possuem dimensões de 3,50 x 5,00 metros. A seguir a Figura 44 apresenta um croqui com as manifestações patológicas catalogadas durante a inspeção.

Figura 44 - Manifestações patológicas Estação Fanny



Legenda:

Tipos de Defeitos (DNIT 061 / 2004 - TER)			
1	Alçamento de placas	11	Bombeamento
2	Fissura de canto	12	Quebras localizadas
3	Placa dividida	13	Passagem de nível
4	Degrão de junta	14	Rendilhamento e escamação
5	Defeito na selagem das juntas	15	Fissuras de retração plástica
6	Desnível pavimento-acostamento	16	Quebra de canto
7	Fissuras lineares	17	Esborcinamento de juntas
8	Grandes reparos	18	Placa balizina
9	Pequenos reparos	19	Assentamento
10	Desgaste superficial	20	Buraco

Grau de Severidade (DNIT 060 / 2004 - PRO)	
B	Baixo
M	Médio
A	Alto

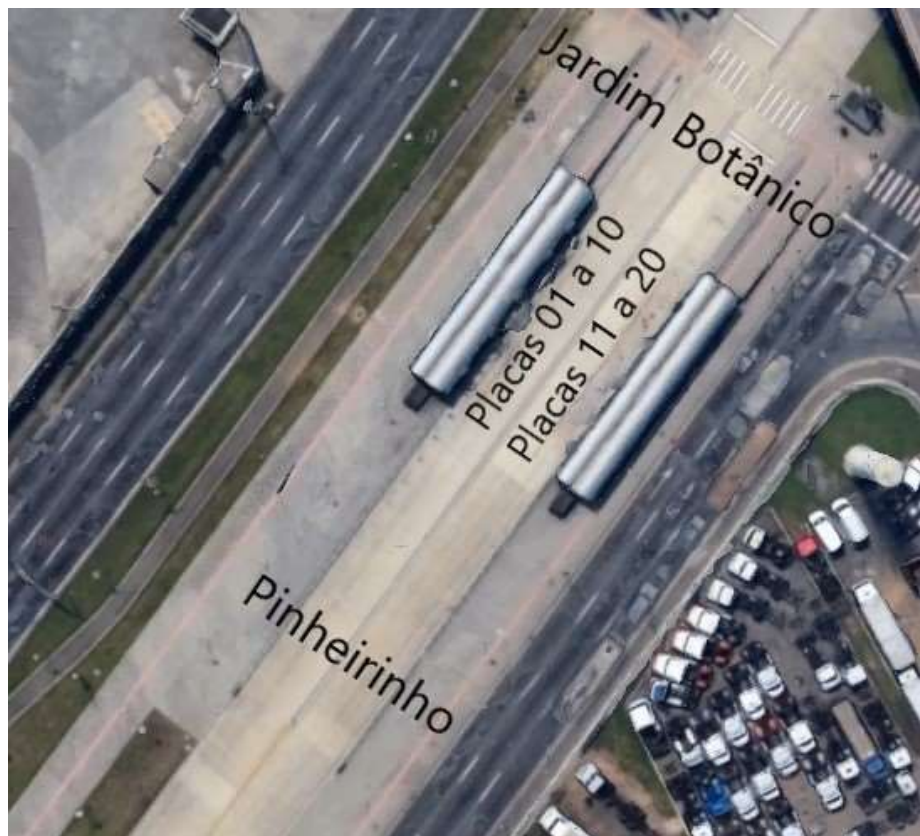
Fonte: Os autores (2020)

3.3.5 Estação Tubo Marechal Floriano

As placas foram numeradas de 1 a 20 com lados A e B, sendo “A” a placa da esquerda e “B” a placa da direita. O sentido do início da contagem é no sentido

Pinheirinho-Jardim Botânico. A Figura 45 ilustra o croqui da estação tubo com a numeração das placas.

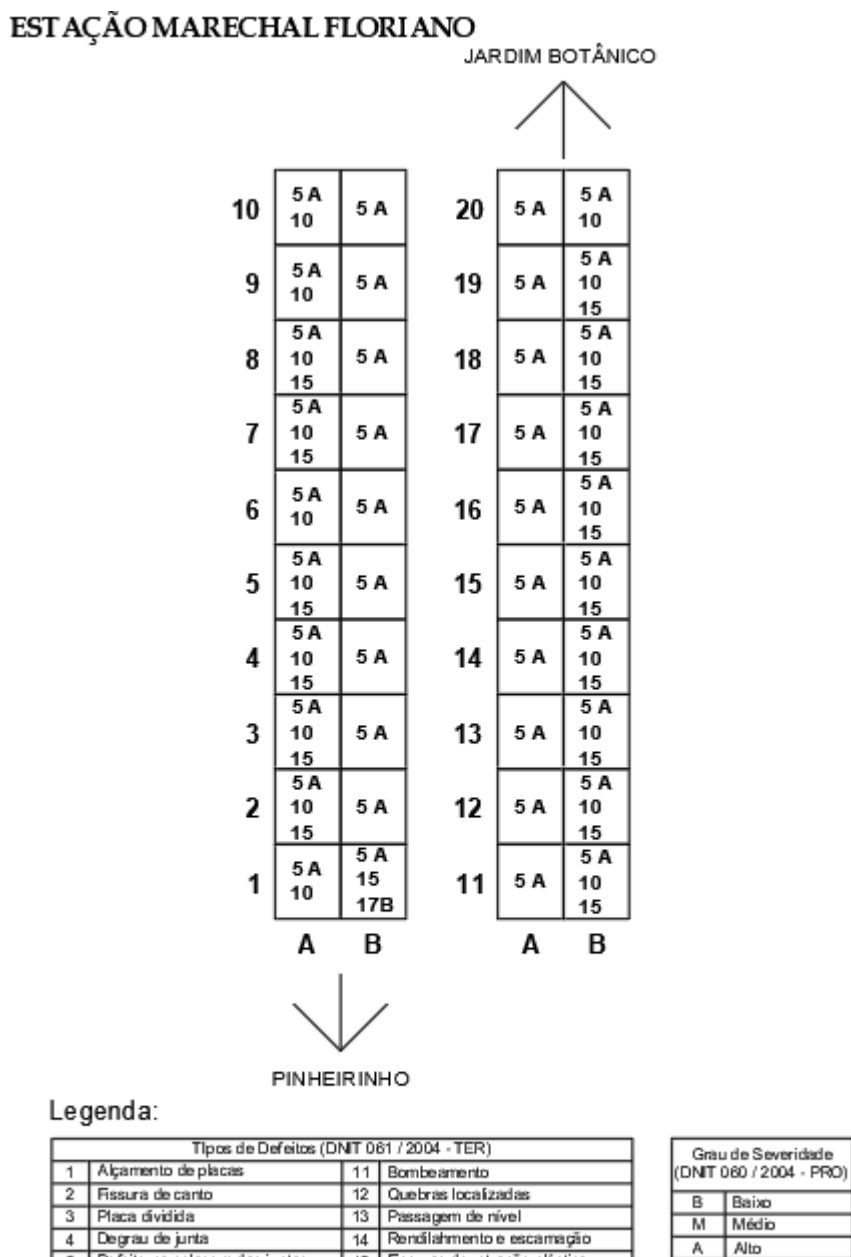
Figura 45 - Croqui estação tubo Marechal Floriano



Fonte: Adaptado de Google Earth (2020).

As placas possuem dimensões padrões de 3,50 metros x 5,00 metros. A seguir a Figura 46 apresenta um croqui com as manifestações patológicas catalogadas durante a inspeção.

Figura 46 - Manifestações patológicas Estação Marechal Floriano



Fonte: Os autores (2020)

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados e analisados os dados obtidos através da inspeção de campo.

4.1 CÁLCULO DO ÍNDICE DE CONDIÇÃO DO PAVIMENTO (ICP)

Baseando-se nas normas do DNIT foram elaboradas fichas de inspeção para cada pista de rolamento, bem como calculado o valor do ICP para cada ficha de inspeção. As fichas de inspeção encontram-se na íntegra no apêndice A

Após o cálculo do ICP elaborou-se tabelas que contém os seguintes dados: valores de ICP calculado para cada faixa de rolamento, valor médio de ICP para as estações tubo e porcentagem dos defeitos encontrados. A Tabela 1 a seguir ilustra os resultados de ICP obtidos para cada pista.

Tabela 1 - Resumo dos valores de ICP das estações tubo

Estação Tubo	Faixa	Nº de Placas	Intervalo de placas	ICP Calculado	Conceito
São Pedro	1	20	1A a 10B	81	Muito Bom
	2	20	11A a 20B	82	Muito Bom
	3	20	21A a 30B	80	Muito Bom
	4	20	31A a 40B	80	Muito Bom
Xaxim	1	20	1A a 10B	81	Muito Bom
	2	20	11A a 20B	84	Muito Bom
	3	20	21A a 30B	82	Muito Bom
	4	20	31A a 40B	79	Muito Bom
Santa Bernadethe	1	20	1A a 10B	87	Excelente
	2	20	11A a 20B	80	Muito Bom
	3	20	21A a 30B	80	Muito Bom
	4	20	31A a 40B	91	Excelente
Fanny	1	20	1A a 10B	89	Excelente
	2	20	11A a 20B	89	Excelente
	3	20	21A a 30B	85	Excelente
	4	20	31A a 40B	84	Muito Bom
Marechal Floriano	1	20	1A a 10B	85	Excelente
	2	20	11A a 20B	87	Excelente

Fonte: Os autores (2020)

Observa-se que o ICP mais baixo é 79, referente a marginal da direita da estação tubo Xaxim. Nota-se ainda que o maior é 91, referente a marginal da direita da estação tubo Santa Bernadethe. Comparando esses resultados com as

informações do Quadro 8, percebe-se que as pistas marginais da estação tubo Xaxim são as mais solicitadas, tendo em vista que são as únicas a receberem ônibus articulado nos dois sentidos, além do tráfego dos demais ônibus. Da mesma maneira, nota-se que as marginais da estação tubo Santa Bernadethe são as pistas menos solicitadas, tendo em vista que recebem o tráfego de apenas um micro-ônibus no sentido Pinheirinho.

De acordo com a norma DNIT 62/2004 – PRO o conceito do trecho com menor ICP é muito bom e o conceito do trecho com maior ICP é excelente.

Tabela 2 - ICP médio das estações tubo

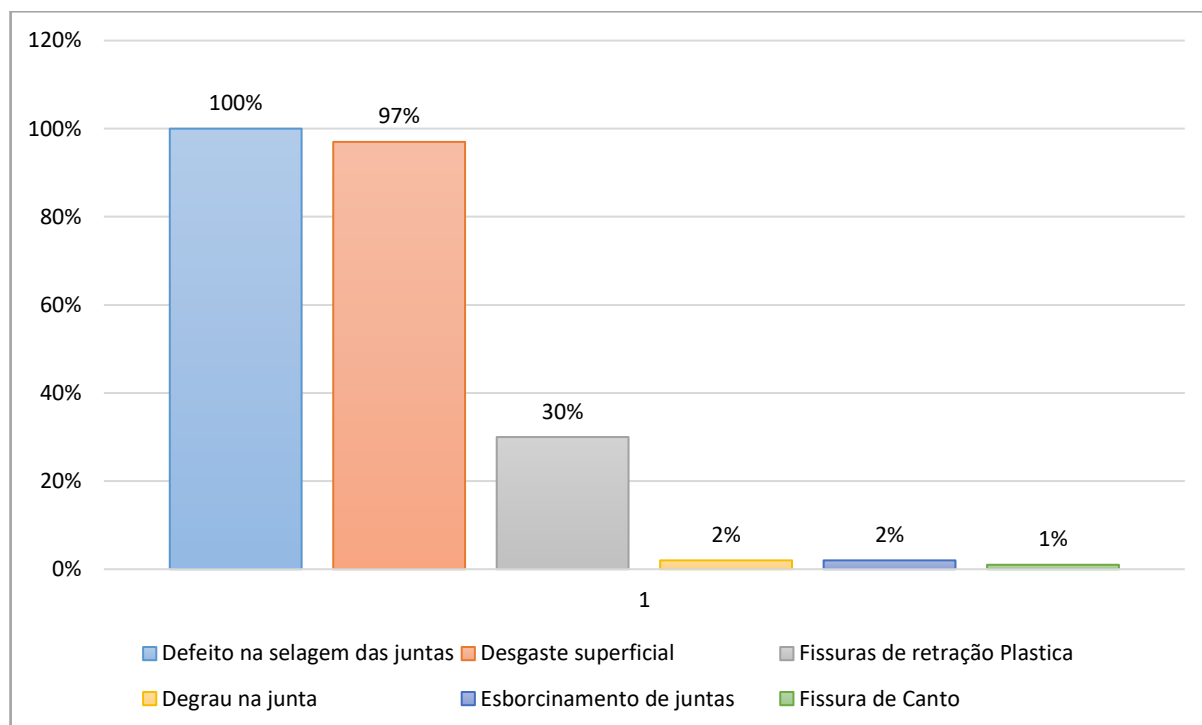
Estação	ICP Médio	Conceito
São Pedro	81	Muito Bom
Xaxim	82	Muito Bom
Santa Bernadethe	85	Excelente
Fanny	87	Excelente
Marechal Floriano	86	Excelente
Geral	84	Muito Bom

Fonte: Os autores (2020)

Conforme a Tabela 2, nota-se que o ICP médio mais baixo é 81 na estação São Pedro e o ICP médio mais alto é 87 na estação Fanny. De acordo com a norma DNIT 62/2004 – PRO o conceito é, respectivamente, muito bom e excelente. Ressalta-se ainda que o ICP médio de todas as estações é de 84, ou seja, conceito muito bom.

O Gráfico 3 apresenta o resumo dos defeitos encontrados na estação tubo São Pedro. Nota-se que o defeito na selagem das juntas e o desgaste superficial destacam-se dos demais defeitos, tendo em vista a alta incidência dos mesmos. No entanto, vale ressaltar que nessa estação tubo também foram encontrados os seguintes defeitos: fissuras de retração plástica (30%), degrau na junta (2%), esborcinamento de juntas (2%) e fissura de canto (1%).

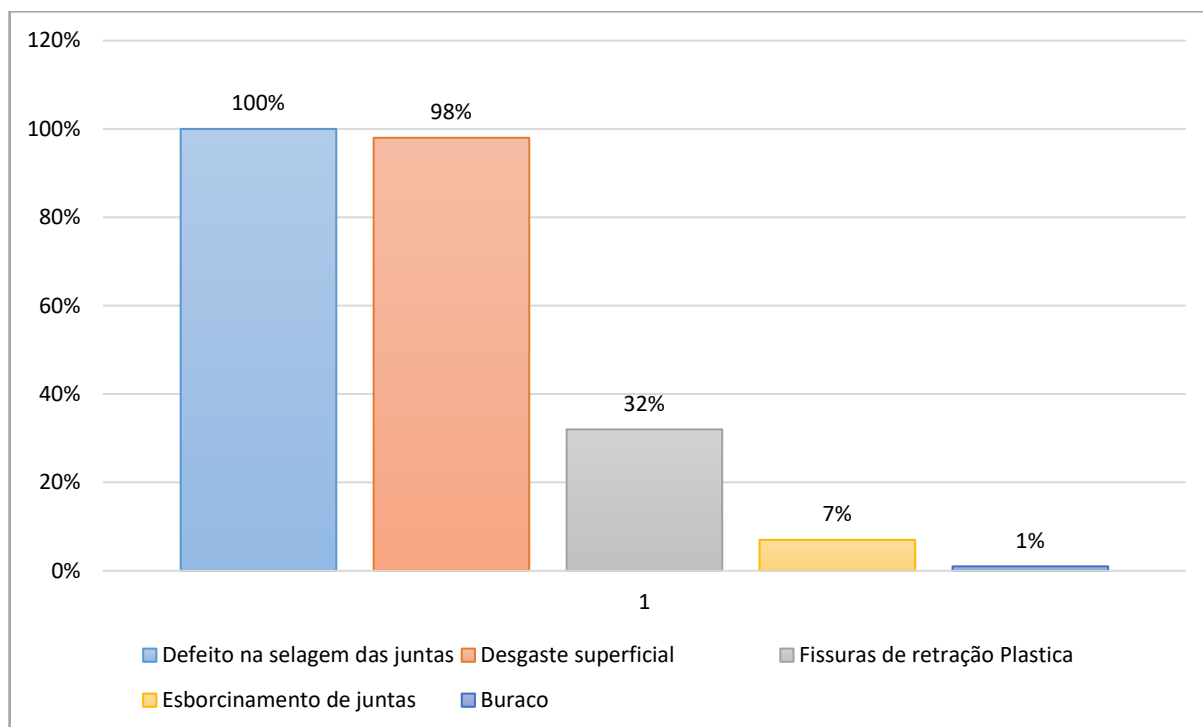
Gráfico 3 - Defeitos do pavimento da estação São Pedro



Fonte: Os autores (2020)

O Gráfico 4 apresenta o resumo dos defeitos encontrados na estação tubo Xaxim. Nota-se que assim como ocorreu na estação tubo São Pedro, o defeito na selagem das juntas e o desgaste superficial destacam-se dos demais defeitos, tendo em vista a alta incidência destes. No entanto, vale ressaltar que nessa estação tubo também foram encontrados os seguintes defeitos: fissuras de retração plástica (32%), esborcinamento de juntas (7%) e buraco (1%).

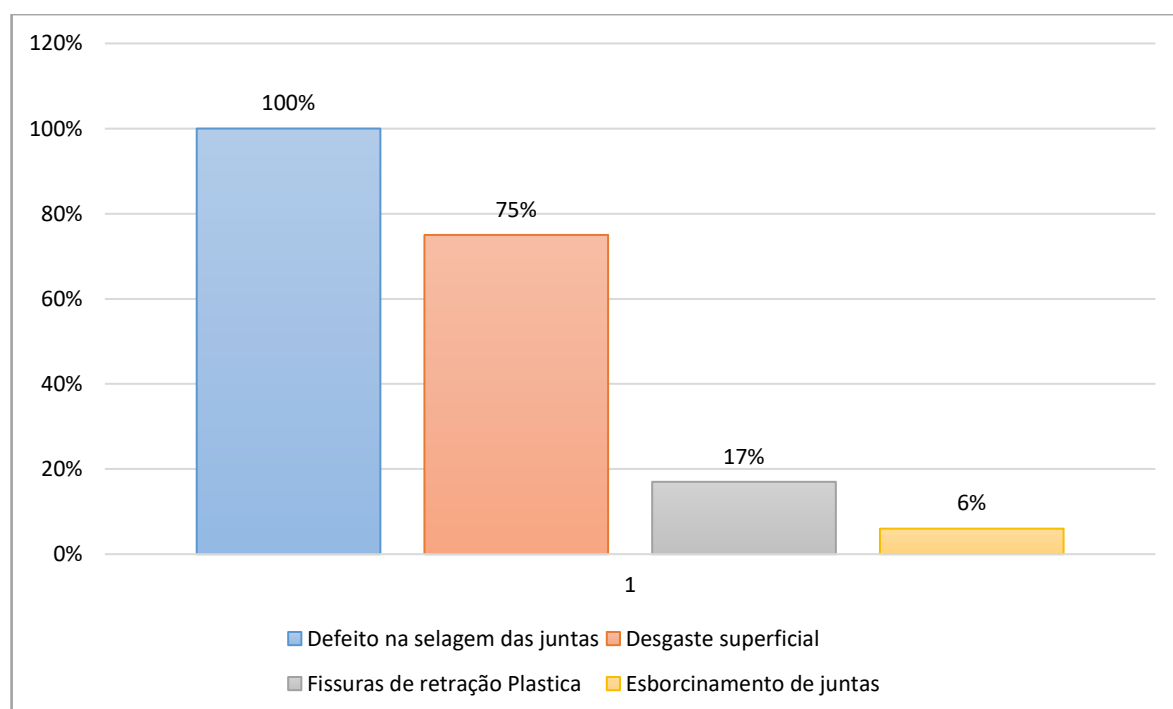
Gráfico 4 - Defeitos do pavimento da estação Xaxim



Fonte: Os autores (2020)

O Gráfico 5 apresenta o resumo dos defeitos encontrados na estação tubo Santa Bernadethe. Nota-se que o defeito na selagem das juntas é o que sobressai, tendo em vista que ocorre em todas as placas, seguido do desgaste superficial (75%), fissuras de retração plástica (17%) e esborcinamento de juntas (6%).

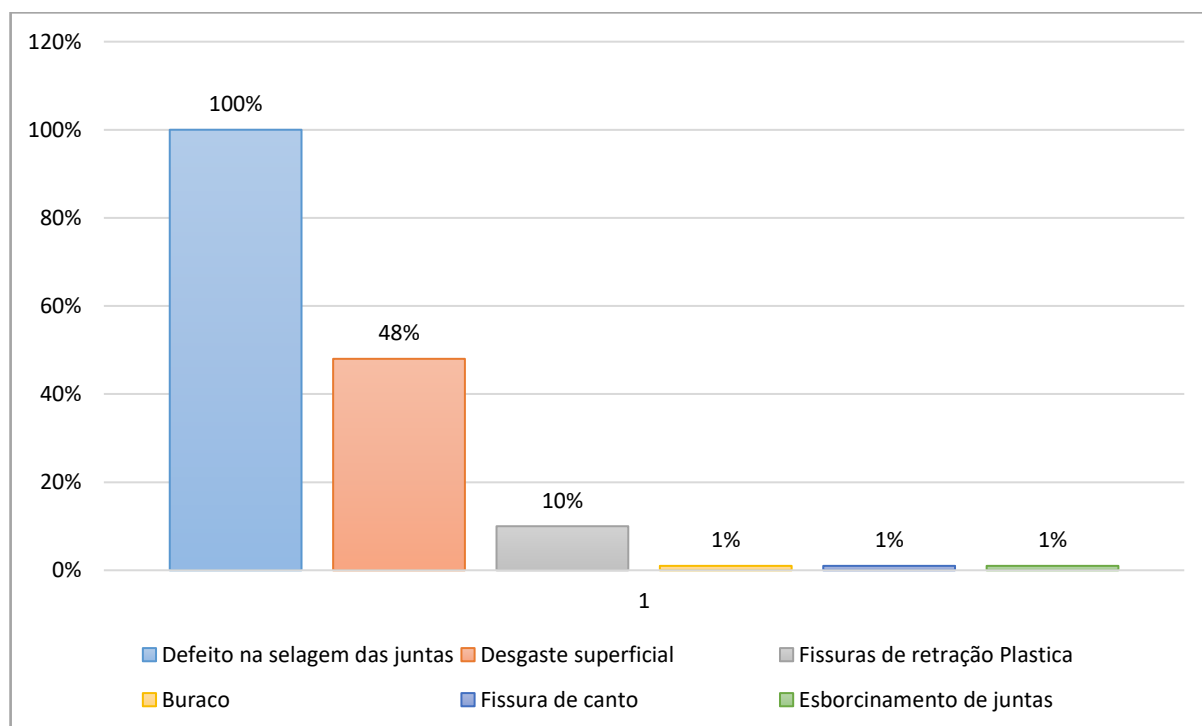
Gráfico 5 – Defeitos do pavimento da estação Santa Bernadethe



Fonte: Os autores (2020)

O Gráfico 6 apresenta o resumo dos defeitos encontrados na estação tubo Fanny. Nota-se que o defeito na selagem das juntas é o que sobressai, tendo em vista que ocorre em todas as placas, seguido do desgaste superficial (48%), fissuras de retração plástica (10%), buraco (1%), fissura de canto (1%) e esborcinamento de juntas (1%).

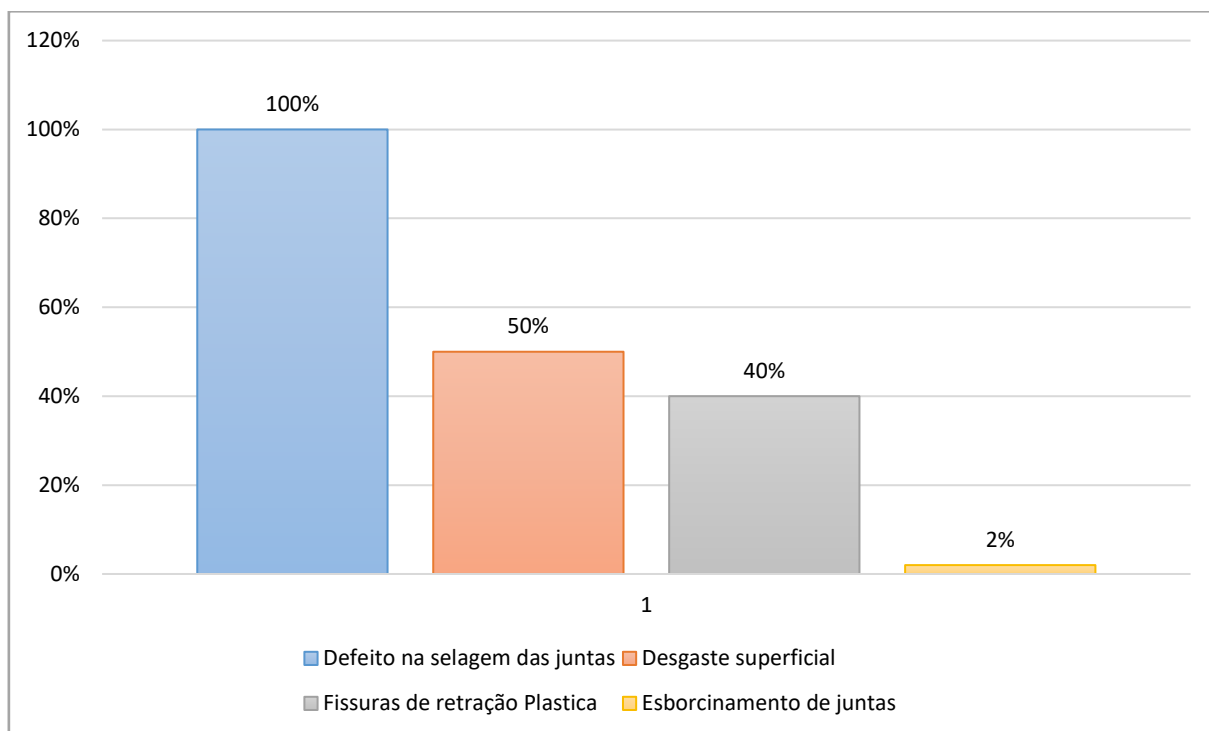
Gráfico 6 - Defeitos do pavimento da estação Fanny



Fonte: Os autores (2020)

O Gráfico 7 apresenta o resumo dos defeitos encontrados na estação tubo Marechal Floriano. Nota-se que o defeito na selagem das juntas é o que sobressai, tendo em vista que ocorre em todas as placas, seguido de dois defeitos com incidências muito próximas que são o desgaste superficial (50%) e fissuras de retração plástica (40%), e por fim tem-se o esborcinamento de juntas (2%).

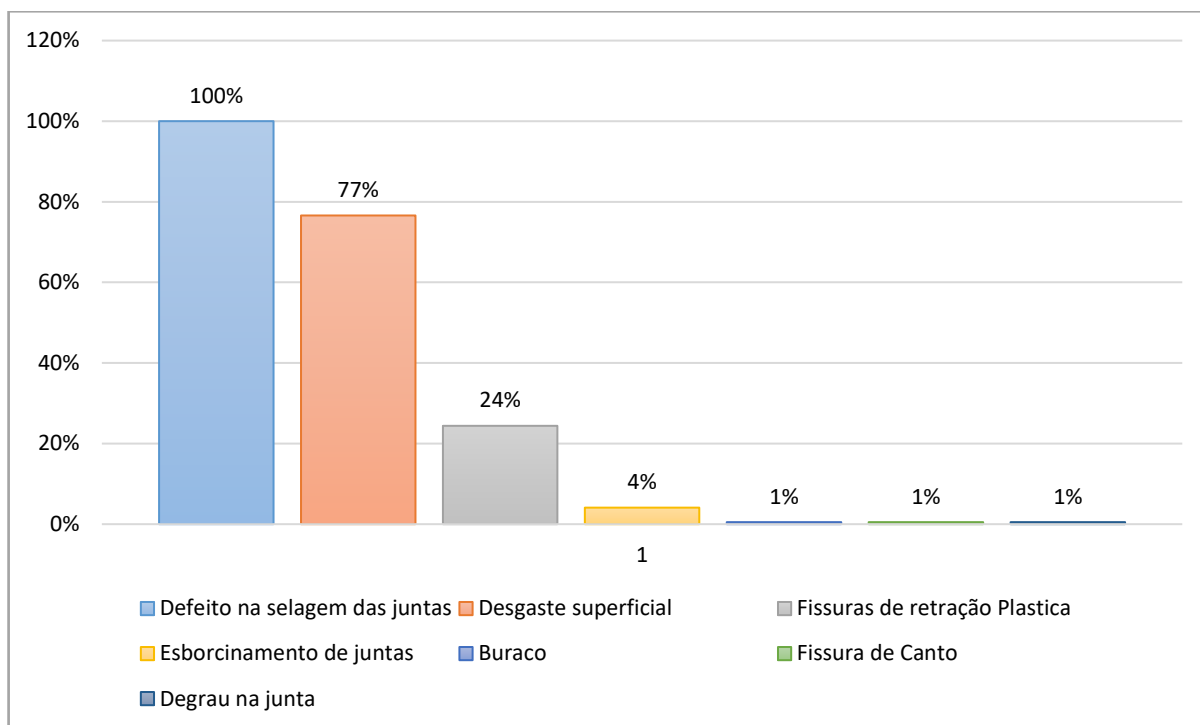
Gráfico 7 - Defeitos no pavimento da estação Marechal Floriano



Fonte: Os autores (2020)

O Gráfico 8 apresenta o compilado dos defeitos encontrados em todas as estações tubo que são objetos deste estudo, portanto, como o padrão apresentado nos gráficos individuais de cada estação, o defeito com maior recorrência e que afetou todas as placas foi o defeito na selagem das juntas, seguido do desgaste superficial (77%), fissuras de retração plástica (24%), esborcinamento de juntas (4%), buraco (1%), fissura de canto (1%) e degrau na junta (1%).

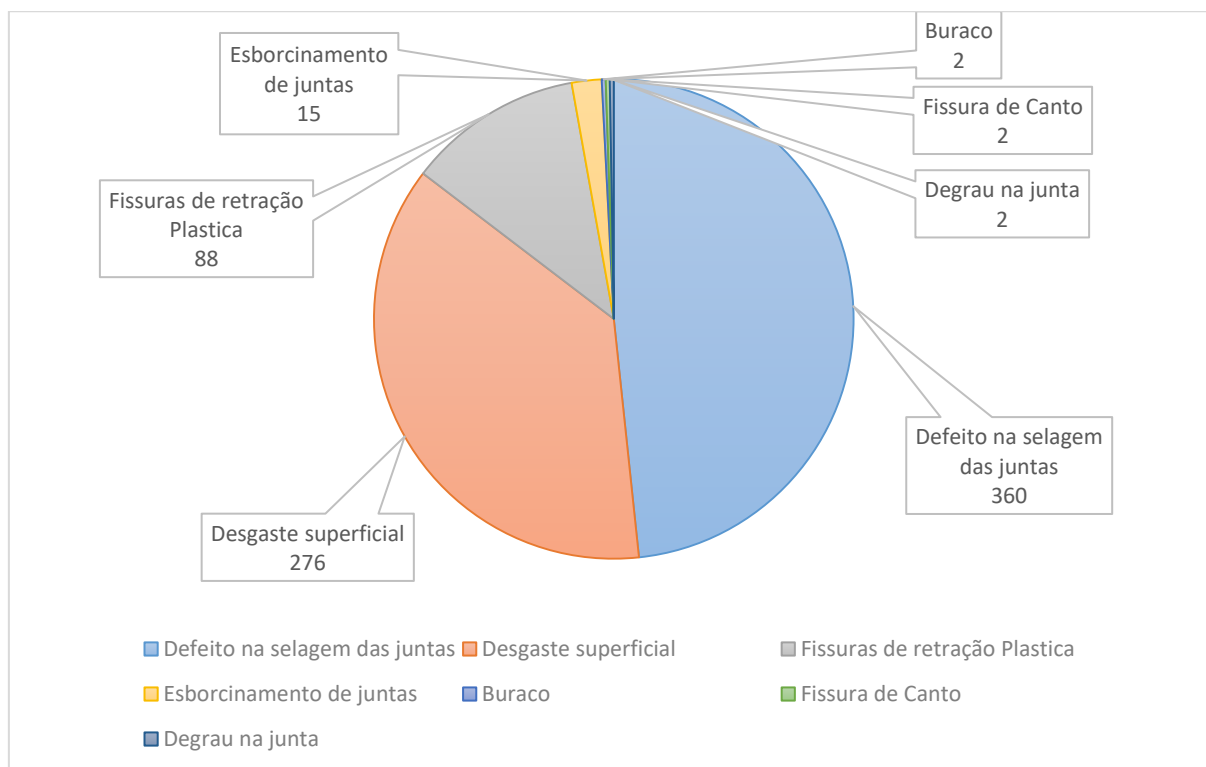
Gráfico 8 - Defeitos nos pavimentos de todas as estações em estudo



Fonte: Os autores (2020)

Como pode-se observar no Gráfico 8 e Gráfico 9 o defeito na selagem das juntas teve incidência em 100% das placas inspecionadas, seguido do desgaste superficial com 77% o que representa 276 placas, fissuras de retração plástica com 24% o que representa 88 placas, 4% ou 15 placas apresentaram esborcinamento nas juntas e os defeitos buraco, fissura de canto e degrau na junta apresentaram 1% ou 2 placas de incidência.

Gráfico 9 - Quantidade de placas afetadas



Fonte: Os autores (2020)

4.2 SÍNTESE DOS DEFEITOS ENCONTRADOS

Durante a inspeção visual dos pavimentos das estações tubos foram registrados os defeitos observados através de registro fotográfico, assim pode-se elaborar um catálogo contendo os defeitos, a fotografia de campo e as placas afetadas.

O catálogo dos defeitos com as características e nomenclatura foram realizados de acordo com a norma DNIT 61/2004 – TER.

O Quadro 9 apresenta alguns registros fotográficos de casos de defeito nas selagens das juntas encontrados nas estações tubo em estudo. Com base apenas na análise realizada *in loco* é difícil determinar se a origem desse problema foi a especificação do projeto, a qualidade do produto utilizado, a má aplicação do material ou a falta de manutenção periódica. No entanto considerando que essa manifestação ocorreu em todo o pavimento; considerando que ela não foi acompanhada do aparecimento de fissuras partindo das juntas; considerando que o material é elastomérico e não de silicone e considerando que o pavimento já foi executado a

mais de 10 anos, acredita-se que a vida útil deste material findou, por isso apresenta sinais de desagregação e descolamento da placa.

Quadro 9 - Defeito nas selagens das juntas



Fonte: Os autores (2020)

O Quadro 10 apresenta alguns registros fotográficos de casos de desgaste superficial encontrados nas estações tubo em estudo. Possivelmente essa manifestação patológica teve origem na fase de execução e de uso. Na fase de execução, a provável causa foi a exsudação, ou seja, o aparecimento de água na superfície do concreto que eleva a relação água/cimento e altera as propriedades dessa região tornando-a porosa e com baixa resistência (MEHTA e MONTEIRO,1994). Tendo isso em vista, acredita-se que a exsudação associada ao tráfego pesado e intenso do ônibus são as possíveis causas do desgaste encontrado nos trechos desse estudo.

Quadro 10 - Desgaste superficial

Tipo de defeito: Desgaste superficial		
Placas afetadas	Estação São Pedro	1A a 6B, 7A, 8A, 9A a 10B, 11A a 40B
	Estação Xaxim	1A a 9A, 10A a 40B
	Estação Santa Bernadethe	1A a 30 B
	Estação Fanny	1B, 2B, 3B, 4B, 5B, 6B, 7B, 8B, 9B, 10B, 11A a 12B, 13A, 14A, 15A, 16A, 17A, 21A a 22B, 23B, 24B, 25B, 26B, 27B, 28B, 29B, 30B, 31A 32A 33A 34A 35A 36A 39A 40A
	Estação Marechal Floriano	1A 2A 3A 4A 5A 6A 7A 8A 9A 10A 11B 12B 13B 14B 15B 16B 17B 18B 19B 20B

Fonte: Os autores (2020)

O Quadro 11 apresenta alguns registros fotográficos de casos de fissuras de retração plástica encontradas nas estações tubo em estudo. Acredita-se que essa manifestação patológica teve origem na fase de execução, especificamente nos cuidados relacionados a cura do concreto, favorecendo a formação das fissuras de retração plástica.

Quadro 11 - Fissuras de retração plástica

Tipo de defeito: Fissuras de retração plástica		
Placas afetadas	Estação São Pedro	1B 3A 3B 4B 5A 11A 12A 13A 14A 15A 16A 17A 22A 23A 24A 25A 26A 27A 28A 29A 34A 35A 36A 37A
	Estação Xaxim	4B 5B 6B 7B 8B 13A 14A 15A 16A 17A 18A 23B 24B 25B 26B 27B 28B 29B 31A 32A 33A 34A 35A 36A 37A 38A
	Estação Santa Bernadethe	14A 15A 16A 17A 18A 22B 23B 24B 25B 26B 27B 28B 29B 30B
	Estação Fanny	13A 14A 24B 25B 26B 27B 28B 29B
	Estação Marechal Floriano	1B 2A 3A 4A 5A 7A 8A 11B 12B 13B 14B 15B 16B 17B 18B 19B

Fonte: Os autores (2020)

O Quadro 12 apresenta alguns registros fotográficos de casos de esborcinamento de juntas encontrados nas estações tubo em estudo. Acredita-se que esta manifestação patológica está relacionada aos defeitos nos selantes das juntas, visto que com a inexistência do material selante há maior incidência de intempéries nessas regiões e consequentemente o desgaste do concreto. Além disso, o tráfego

constante dos ônibus favorece a deterioração do concreto e o surgimento do esborcinamento de juntas.

Quadro 12 - Esborcinamento de juntas

Tipo de defeito: Esborcinamento de juntas		
Placas afetadas	Estação São Pedro	9A 9B
	Estação Xaxim	4B 10B 37B 38B 39B 40B
	Estação Santa Bernadethe	14A 15A 16A 27A 28B
	Estação Fanny	35A
	Estação Marechal Floriano	1B

Fonte: Os autores (2020)

O Quadro 13 apresenta os registros fotográficos dos casos de buracos encontrados nas estações tubo Xaxim e Fanny. Essa manifestação ocorreu em apenas duas placas de diferentes estações tubo, portanto acredita-se que a origem desse defeito foi na fase de execução, sendo que a erosão é a possível causa, tendo em vista que em ambos os casos, os buracos estão próximos dos dispositivos de drenagem.

Quadro 13 - Buraco

Tipo de defeito: Buraco		
		
Placas afetadas	Estação Xaxim	13A
	Estação Fanny	8B

Fonte: Os autores (2020)

O Quadro 14 apresenta os registros fotográficos dos casos de fissuras de canto encontradas nas estações tubo São Pedro e Fanny. Como essa manifestação ocorreu em pontos isolados, acredita-se que a origem desse defeito foi na fase de execução, sendo as possíveis causas a insuficiência de suporte da fundação nesses locais e/ou deficiência de transferência de cargas devido a má execução das barras de transferência.

Quadro 14 - Fissura de Canto

Tipo de defeito: Fissura de Canto		
		
Placas afetadas	Estação São Pedro	40A
	Estação Fanny	40B

Fonte: Os autores (2020)

O Quadro 15 apresenta os registros fotográficos do caso de degrau na junta encontrado na estação tubo São Pedro. Este problema está relacionado com a capacidade de uma placa transmitir os esforços para a placa adjacente. Como essa manifestação ocorreu em apenas um local dentre os trechos estudados,

acredita-se que esse defeito seja devido a pequeno afundamento da fundação, porém pela idade do pavimento e pelo tráfego pesado, acredita-se também que a fundação está estabilizada, tendo em vista que as placas não se movimentam uma em relação a outra. No entanto, é importante salientar que esse problema pode ser agravado devido a falha nas selagens das juntas, acelerando o processo de degradação da sub-base, refletindo na superfície

Quadro 15 - Degrau na junta

Tipo de defeito: Degrau na junta		
		
Placas afetadas	Estação São Pedro	23B 24B

Fonte: Os autores (2020)

Ressalta-se que as inferências indicadas nesse subtópico foram realizadas apenas com base na vistoria *in loco*, portanto para que essas suposições possam ser confirmadas ou refutadas recomenda-se que sejam elaborados estudos e ensaios complementares.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na metodologia proposta no presente trabalho, nota-se que tanto o objetivo geral quando os específicos foram atendidos. Observa-se ainda que os resultados encontrados superam a hipótese indicada no item 1.3 deste trabalho.

A avaliação objetiva da condição superficial dos pavimentos de concreto das estações tubo São Pedro, Xaxim, Santa Bernadethe, Fanny e Marechal Floriano foi realizada a luz das normas DNIT, em específico as normas DNIT 060/2004 – PRO e DNIT 062/2004 – PRO

A análise foi dividida em 5 estações tubo, sendo coletadas 4 amostras em cada estação, com exceção da Marechal Floriano onde foram coletadas 2 amostras devido a quantidade de pistas da referida estação. Cada amostra é constituída por um conjunto de 20 placas.

De acordo com os resultados encontrados, o valor médio do ICP das estações tubo é de 84, portanto, o conceito do pavimento de concreto dessas estações é caracterizado como muito bom. Dentre os valores médios de ICP destaca-se que os valores mínimo e máximo são 81 (conceito: muito bom) e 87 (conceito: excelente), respectivamente, correspondente as estações São Pedro e Fanny. Como mencionado anteriormente, o resultado obtido superou a expectativa da hipótese inicial que para um pavimento de aproximadamente 11 anos de utilização o conceito seria bom.

Como mencionado no item 3.2.1, a primeira fase da construção da Linha Verde foi separada em dois lotes. As estações São Pedro, Xaxim e Santa Bernadethe fazem parte do Lote I e as estações Fanny e Marechal Floriano fazem parte do Lote II. Com base na Tabela 2, notou-se que as estações tubo do Lote II apresentaram um desempenho melhor, tendo em vista que o conceito de ambas foi excelente, enquanto no Lote I, das três estações, duas apresentaram o conceito muito bom e uma excelente. Acredita-se que essa diferença é devido a lacuna de tempo entre a construção da estação São Pedro e a Estação Marechal Floriano Peixoto.

Com base nos valores da Tabela 1 nota-se que na maioria das estações não houve grande diferença entre os valores de ICP das faixas principais para as faixas marginais, constatou-se que das quatro estações que possuem marginais, três delas apresentaram o mesmo conceito entre a faixas principais e as faixas marginais. No

entanto vale ressaltar que no caso da estação Santa Bernadethe, houve uma diferença considerável entre o ICP das faixas principais e das marginais, isto se deve ao baixo tráfego nas marginais dessa estação, como foi apresentado no Quadro 8

A análise deste estudo não faz referência a análises de projeto, métodos executivos adotados, condições de fluxo de tráfego e manutenção que porventura tenham sido realizadas.

Mesmo que os pavimentos das estações tenham atingido mais da metade da vida útil, os valores de ICP foram elevados, sendo que o menor conceito encontrado foi “muito bom”. Portanto acredita-se que a escolha pelo pavimento de concreto em detrimento ao pavimento flexível foi acertada, tendo em vista que está apresentando boa durabilidade ainda que o fluxo de ônibus seja intenso.

5.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Tendo em vista que o objetivo do trabalho foi analisar o ICP dos pavimentos de concreto das estações tubo da Linha Verde Sul (antiga BR-116), seguem abaixo sugestões para trabalhos futuros.

- Inspecionar e calcular o ICP de outros trechos na Linha Verde afim de aumentar a quantidade de pontos catalogados, o que pode auxiliar nas tomadas de decisões de manutenções periódicas.
- Analisar estruturalmente os métodos construtivos dos diferentes lotes executados em toda a extensão da Linha Verde.
- Apresentar técnicas de reparos para os defeitos apresentados de acordo com as normas do DNIT.
- Comparar a condição dos pavimentos de concreto com os asfálticos na Linha Verde, visto que foram executados na mesma época.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADADA, L. B. **Programa de integração e capacitação – tópicos de projeto de pavimentos asfálticos e de cimento portland**. 2008. 89 slides. Disponível em:<<https://pt.slideshare.net/MarcosVinicius414/pavimentos-flexiveiserigidos-lucasadada>>. Acesso em: 11 out. de 2020

AMERICAN CONCRETE PAVEMENT ASSOCIATION. **Concrete Pavement Technologies**. Disponível em:<<http://www.acpa.org/concretepavements/technologies/>>. Acesso em 18 out. de 2020.

AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS (ASCE). **First concrete pavement**. 2017. Disponível em:<<https://www.asce.org/project/first-concrete-pavement/>>. Acesso em: 11 out. de 2020

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). **Curso de Tecnologia de Pavimentos de Concreto: módulo 2 – projeto e dimensionamento dos pavimentos**. 2014. 91 slides. Disponível em:<<https://docplayer.com.br/6319350-Curso-de-tecnologia-de-pavimentos-de-concreto-modulo-2-projeto-e-dimensionamento-dos-pavimentos.html>>. Acesso em: 11 out. de 2020

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7207 – Terminologia e classificação de pavimentação**. Rio de Janeiro:ABNT, 1982.

BALBO, J. T. **Pavimentos de Concreto**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, 472 p.

BERNUCCI, L. B. *et al.* **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: Petrobras:Abeda, 2006, 504 p.

BLANCHARD, A. H. *et al.* **American Highway Engineers Handbook**. 1.ed. New York: John Wiley & Sons Inc, 1919, 1658 p.

CARNIO, M. A. **Análise em regime plástico de placas de concreto reforçado com fibras de aço sobre base elástica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 1998, 103 p.

CARVALHO, M. D. **Vantagens e benefícios do *whitetopping* e do *inlay* na reabilitação de pavimentos**. Concreto e Construções, Ano XL, Ed. 67. IBRACON, setembro de 2012. p. 68-76.

CRISTELLI, R. **Pavimentos Industriais de Concreto**: Análise do Sistema Construtivo. Monografia (Especialização em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia – Curso de Especialização em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2010, 161 p.

CUNHA, P. F. **Dimensionamento e análise numérica de pisos industriais de concreto**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2013, 342 p.

DELATTE, N. J. **Concrete pavement design, construction, and performance**. 2.ed. New York: CRC Press, 2014, 445 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de pavimentos rígidos**. 2.ed. – Rio de Janeiro, 2005. 234p. (IPR. Publ., 714)

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de pavimentação**. 3.ed. – Rio de Janeiro, 2006. 274p. (IPR. Publ., 719)

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Norma DNIT 061/2004 – TER: pavimento rígido – defeitos - terminologia**. Rio de Janeiro:DNIT, 2004.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Norma DNIT 060/2004 – PRO: pavimento rígido – inspeção visual - procedimento**. Rio de Janeiro:DNIT, 2004.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Norma DNIT 062/2004 – PRO: pavimento rígido – avaliação objetiva - procedimento.** Rio de Janeiro:DNIT, 2004.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002, 175 p.

GIUBLIN, C. R. **Curso de pós-graduação Patologia nas Obras Civis – patologia em pavimentos rígidos.** 2020. 221 slides.

GIUBLIN, C. R *et al.* **Corredor de ônibus em pavimento de concreto na Linha Verde de Curitiba.** Concreto e Construções, Ano XXXVIII, Ed. 58. IBRACON, junho de 2010, p. 15-23.

GIUBLIN, C. R.; MASCHIO A.; MORO C. B. **Avaliação do pavimento de concreto em diversas ruas de Curitiba.** Concreto e Construções, Ano XL, Ed. 67. IBRACON, setembro de 2012, p. 60-66.

GIUSTRE, R. J. **Personalidades entrevistadas.** Concreto e Construções, Ano XL, Ed. 67. IBRACON, setembro de 2012, p. 23-31.

HUANG, Y. H. **Pavements analysis and design.** 2.ed. New Jersey: Prentice Hall Inc.,2003, 775 p.

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA (IPPUC). **Mapa Cadastral.** 2020. Disponível em:< <http://geoapp.ippuc.org.br/localizador/default.html>>. Acesso em: 20 dez. de 2020

MEHTA, P. K. e MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: Estrutura, Propriedades e Materiais.** 1.ed. São Paulo: Pini, 1994, 573 p.

PORTLAND CEMENT ASSOCIATION (PCA). **Thickness design for concrete highway and street pavements.** Chicago, 1984.

PREFEITURA DE CURITIBA. **Eixo de integração**. Para entender o histórico da Linha Verde. Disponível em: <<https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/para-entender-o-historico-da-linha-verde/51996>>. Acesso em: 19 julho 2020

PREFEITURA DE CURITIBA. **Locais de Atendimento**. Disponível em: <<https://www.curitiba.pr.gov.br/locais/>>. Acesso em: 21 dez de 2020

RODRIGUES, J. L. A. **Conceção de pavimentos rígidos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto. Porto, 2011, 128 p.

SENÇO, W. **Manual de técnicas de pavimentação: volume 1**. 2.ed. São Paulo: Pini, 2007, 761 p.

SILVA, J. E. M. e CARNEIRO, L. A. V. **Pavimento de concreto: histórico, tipos e modelo de fadiga**. Revista Militar de Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro, volume 31, p.14-33, 2014.

SUZUKI, C.Y.; SANTOS C. R. G.; LOPES F. M. **Pavimento de concreto: uma escolha inteligente e sustentável – análise técnica e econômica**. Concreto e Construções, Ano XL, Ed. 67. IBRACON, setembro de 2012, p. 33-37.

TRANSPORTE MODERNO. **Refrota prevê financiar dez mil ônibus no país**. Disponível em: <<https://transportemoderno.com.br/2017/05/10/refrota-preve-financiar-dez-mil-onibus-no-pais/>>. Acesso em: 20 novembro 2020

URBS - URBANIZAÇÃO DE CURITIBA. **Horário dos ônibus**. Disponível em: <<https://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/horario-de-onibus>>. Acesso em: 21 de dezembro de 2020

URBS - URBANIZAÇÃO DE CURITIBA. **Mapa da rede integrada de transporte coletivo de Curitiba**. Disponível em: <https://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/PORTAL/publicador/intranet/BOLETRANS/boletim/upload/1867-20150415135315_5.pdf>. Acesso em: 21 de dezembro de 2020

YODER, E. J. e WITCZAK, M. W. ***Principles of pavement design***. 2.ed. New York: John Wiley & Sons Inc, 1975, 711 p.

APÊNDICE A – FICHAS DE INSPEÇÃO

Os dados obtidos na inspeção visual foram anotados nas fichas de inspeção, conforme consta na norma DNIT 062/2004 – PRO

Rodovia: Linha Verde
Local: Estação Tubo São Pedro
Pista: Marginal
Número de Placas: 20
Data da Inspeção: 22/11/2020

[illegible]

			Número de placas analisadas	20	Placas 1A- 10B			
10	5 A 10	5 A 10	TIPOS DE DEFEITOS					
			1. Alçamento de placas	11. Bombeamento				
9	5 A 10	5 A 10	2. Fissura de canto	12. Quebras localizadas				
	17 B	17 B	3. Placa dividida	13. Passagem de nível				
8	5 A 10	5 A	4. Degrau de junta	14. Rendilhamento e escamação				
			5. Defeito na selagem das juntas	15. Fissuras de retração plástica				
7	5 A 10	5 A	6. Desnível pavimento-acostamento	16. Quebra de canto				
			7. Fissuras lineares	17. Esborcinamento de juntas				
6	5 A 10	5 A 10	8. Grandes reparos	18. Placas bailarina				
			9. Pequenos reparos	19. Assentamento				
5	5 A 10	5 A 10	10. Desgaste superficial	20. Buraco				
			Tipos de Defeitos	Graus de Severidade	Nº de placas afetadas	% de placas afetadas	Valor Deduzível	
4	5 A 10	5 A 10	5	A	20	100%	8	
	15	10	10	X	18	90%	10	
3	5 A 10	5 A 10	15	X	5	25%	2	
	15	15	17	B	2	10%	3	
2	5 A 10	5 A 10				0%		
	15	15				0%		
1	5 A 10	5 A 10				0%		
	15	15				0%		
A		B	VALOR DEDUZÍVEL TOTAL					23
			VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO (VDC)					19
			IPC=(100 - VDC)					81
			CONCEITO					Muito Bom

Rodovia: Linha Verde
 Local: Estação Tubo São Pedro
 Pista: Principal
 Número de Placas: 20
 Data da Inspeção: 22/11/2020

DEFEITOS		NUMERAÇÃO DAS PLACAS																			
		11A	11B	12A	12B	13A	13B	14A	14B	15A	15B	16A	16B	17A	17B	18A	18B	19A	19B	20A	20B
Alçamento de placas	1																				
Fissura de canto	2																				
Placa dividida	3																				
Degrau de junta	4																				
Defeito na selagem das juntas	5	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Desnível pavimento-acostamento	6																				
Fissuras lineares	7																				
Grandes reparos	8																				
Pequenos reparos	9																				
Desgaste superficial	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Bombeamento	11																				
Quebras localizadas	12																				
Passagem de nível	13																				
Rendilhamento e escamação	14																				
Fissuras de retração plástica	15	X		X		X		X		X		X		X							
Quebra de canto	16																				
Esborcinamento de juntas	17																				
Placas bailarina	18																				
Assentamento	19																				
Buraco	20																				

		Número de placas analisadas		20		Placas 11A - 20B			
				TIPOS DE DEFEITOS					
				1. Alçamento de placas		11. Bombeamento			
20	5 A 10	5 A 10		2. Fissura de canto		12. Quebras localizadas			
				3. Placa dividida		13. Passagem de nível			
19	5 A 10	5 A 10		4. Degrau de junta		14. Rendilhamento e escamação			
				5. Defeito na selagem das juntas		15. Fissuras de retração plástica			
18	5 A 10	5 A 10		6. Desnível pavimento-acostamento		16. Quebra de canto			
				7. Fissuras lineares		17. Esborcinamento de juntas			
17	5 A 10 15	5 A 10		8. Grandes reparos		18. Placas bailarina			
				9. Pequenos reparos		19. Assentamento			
16	5 A 10 15	5 A 10		10. Desgaste superficial		20. Buraco			
				Tipos de Defeitos	Graus de Severidade	Nº de placas afetadas	% de placas afetadas	Valor Deduzível	
15	5 A 10 15	5 A 10		5	A	20	100%	8	
				10	X	20	100%	10	
				15	X	7	35%	3	
14	5 A 10 15	5 A 10					0%		
							0%		
							0%		
13	5 A 10 15	5 A 10					0%		
							0%		
							0%		
12	5 A 10 15	5 A 10					0%		
							0%		
							0%		
11	5 A 10 15	5 A 10		VALOR DEDUZÍVEL TOTAL				21	
				VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO (VDC)				18	
				IPC=(100 - VDC)				82	
A	B	CONCEITO							Muito Bom

Rodovia: Linha Verde
 Local: Estação Tubo São Pedro
 Pista: Principal
 Número de Placas: 20
 Data da Inspeção: 22/11/2020

DEFEITOS		NUMERAÇÃO DAS PLACAS																			
		21A	21B	22A	22B	23A	23B	24A	24B	25A	25B	26A	26B	27A	27B	28A	28B	29A	29B	30A	30B
Alçamento de placas	1																				
Fissura de canto	2																				
Placa dividida	3																				
Degrau de junta	4						B		B												
Defeito na selagem das juntas	5	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Desnível pavimento-acostamento	6																				
Fissuras lineares	7																				
Grandes reparos	8																				
Pequenos reparos	9																				
Desgaste superficial	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Bombeamento	11																				
Quebras localizadas	12																				
Passagem de nível	13																				
Rendilhamento e escamação	14																				
Fissuras de retração plástica	15			X		X		X		X		X		X		X		X			
Quebra de canto	16																				
Esborcinamento de juntas	17																				
Placas bailarina	18																				
Assentamento	19																				
Buraco	20																				

			Número de placas analisadas		20		Placas 21A- 30B		
30	5 A 10	5 A 10	TIPOS DE DEFEITOS						
			1. Alçamento de placas		11. Bombeamento				
29	5 A 10 15	5 A 10	2. Fissura de canto		12. Quebras localizadas				
			3. Placa dividida		13. Passagem de nível				
28	5 A 10 15	5 A 10	4. Degrau de junta		14. Rendilhamento e escamação				
			5. Defeito na selagem das juntas		15. Fissuras de retração plástica				
27	5 A 10 15	5 A 10	6. Desnível pavimento-acostamento		16. Quebra de canto				
			7. Fissuras lineares		17. Esborcinamento de juntas				
26	5 A 10 15	5 A 10	8. Grandes reparos		18. Placas bailarina				
			9. Pequenos reparos		19. Assentamento				
25	5 A 10 15	5 A 10	10. Desgaste superficial		20. Buraco				
			Tipos de Defeitos	Graus de Severidade	Nº de placas afetadas	% de placas afetadas	Valor Deduzível		
24	5 A 10 15	4 B 5 A 10	4	B	2	10%	4		
			5	A	20	100%	8		
23	5 A 10 15	4 B 5 A 10	10	X	20	100%	10		
			15	X	8	40%	3		
22	5 A 10 15	5 A 10				0%			
						0%			
21	5 A 10	5 A 10				0%			
						0%			
A		B	VALOR DEDUZÍVEL TOTAL				25		
			VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO (VDC)				20		
			IPC=(100 - VDC)				80		
			CONCEITO				Muito Bom		

Rodovia: Linha Verde
 Local: Estação Tubo São Pedro
 Pista: Marginal
 Número de Placas: 20
 Data da Inspeção: 22/11/2020

DEFEITOS		NUMERAÇÃO DAS PLACAS																			
		31A	31B	32A	32B	33A	33B	34A	34B	35A	35B	36A	36B	37A	37B	38A	38B	39A	39B	40A	40B
Alçamento de placas	1																				
Fissura de canto	2																			B	
Placa dividida	3																				
Degrau de junta	4																				
Defeito na selagem das juntas	5	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Desnível pavimento-acostamento	6																				
Fissuras lineares	7																				
Grandes reparos	8																				
Pequenos reparos	9																				
Desgaste superficial	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Bombeamento	11																				
Quebras localizadas	12																				
Passagem de nível	13																				
Rendilhamento e escamação	14																				
Fissuras de retração plástica	15							X		X		X		X							
Quebra de canto	16																				
Esborcinamento de juntas	17																				
Placas bailarina	18																				
Assentamento	19																				
Buraco	20																				

			Número de placas analisadas		20		Placas 31A - 40B		
40	2 B 5 A 10	5 A 10	TIPOS DE DEFEITOS						
			1. Alçamento de placas	11. Bombeamento					
39	5 A 10	5 A 10	2. Fissura de canto	12. Quebras localizadas					
			3. Placa dividida	13. Passagem de nível					
38	5 A 10	5 A 10	4. Degrau de junta	14. Rendilhamento e escamação					
			5. Defeito na selagem das juntas	15. Fissuras de retração plástica					
37	5 A 10 15	5 A 10	6. Desnível pavimento-acostamento	16. Quebra de canto					
			7. Fissuras lineares	17. Esborcinamento de juntas					
36	5 A 10 15	5 A 10	8. Grandes reparos	18. Placas bailarina					
			9. Pequenos reparos	19. Assentamento					
35	5 A 10 15	5 A 10	10. Desgaste superficial	20. Buraco					
			Tipos de Defeitos	Graus de Severidade	Nº de placas afetadas	% de placas afetadas	Valor Deduzível		
34	5 A 10 15	5 A 10	2	B	1	5%	5		
			5	A	20	100%	8		
33	5 A 10 15	5 A 10	10	X	20	100%	10		
			15	X	4	20%	1		
32	5 A 10	5 A 10				0%			
						0%			
31	5 A 10	5 A 10				0%			
						0%			
			VALOR DEDUZÍVEL TOTAL				24		
			VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO (VDC)				20		
			IPC=(100 - VDC)				80		
A B			CONCEITO				Muito Bom		

Resultado ICP

Como a inspeção foi realizada em todo o trecho, o valor do ICP é obtido com a média aritmética dos valores de ICP das amostras. A referida conta está demonstrada a seguir:

Intervalo	ICP
1 (1A) - 20 (10B)	81
21 (11A) - 40 (20B)	82
41 (21A) - 60 (30B)	80
61 (31A) - 80 (40B)	80
ICP_{ESTAÇÃO}	81
CONCEITO	Muito Bom

Rodovia: Linha Verde
 Local: Estação Tubo Xaxim
 Pista: Marginal
 Número de Placas: 20
 Data da Inspeção: 22/11/2020

DEFEITOS		NUMERAÇÃO DAS PLACAS																			
		1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B	6A	6B	7A	7B	8A	8B	9A	9B	10A	10B
Alçamento de placas	1																				
Fissura de canto	2																				
Placa dividida	3																				
Degrau de junta	4																				
Defeito na selagem das juntas	5	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Desnível pavimento-acostamento	6																				
Fissuras lineares	7																				
Grandes reparos	8																				
Pequenos reparos	9																				
Desgaste superficial	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X
Bombeamento	11																				
Quebras localizadas	12																				
Passagem de nível	13																				
Rendilhamento e escamação	14																				
Fissuras de retração plástica	15								X		X		X		X		X				
Quebra de canto	16																				
Esborcinamento de juntas	17								B												B
Placas bailarina	18																				
Assentamento	19																				
Buraco	20																				

Número de placas analisadas

20

Placas 1A- 10B

10	5 A 10	5 A 10 17 B	TIPOS DE DEFEITOS				
			1. Alçamento de placas		11. Bombeamento		
9	5 A 10	5 A	2. Fissura de canto		12. Quebras localizadas		
			3. Placa dividida		13. Passagem de nível		
8	5 A 10	5 A 10 15	4. Degrau de junta		14. Rendilhamento e escamação		
			5. Defeito na selagem das juntas		15. Fissuras de retração plástica		
7	5 A 10	5 A 10 15	6. Desnível pavimento-acostamento		16. Quebra de canto		
			7. Fissuras lineares		17. Esborcinamento de juntas		
6	5 A 10	5 A 10 15	8. Grandes reparos		18. Placas bailarina		
			9. Pequenos reparos		19. Assentamento		
5	5 A 10	5 A 10 15	10. Desgaste superficial		20. Buraco		
			Tipos de Defeitos	Graus de Severidade	Nº de placas afetadas	% de placas afetadas	Valor Deduzível
4	5 A 10	5 A 10 15 17 B	5	A	20	100%	8
			10	X	19	95%	10
3	5 A 10	5 A 10 15 17 B	15	X	5	25%	2
			17	B	2	10%	3
2	5 A 10	5 A 10				0%	
						0%	
1	5 A 10	5 A 10				0%	
						0%	
A	B	VALOR DEDUZÍVEL TOTAL					23
		VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO (VDC)					19
		IPC=(100 - VDC)					81
		CONCEITO					Muito Bom

A B

Rodovia: Linha Verde
Local: Estação Tubo Xaxim
Pista: Principal
Número de Placas: 20
Data da Inspeção: 22/11/2020

[illegible]

		Número de placas analisadas	20	Placas 11A - 20B			
20	5 A 10	5 A 10	TIPOS DE DEFEITOS				
			1. Alçamento de placas		11. Bombeamento		
19	5 A 10	5 A 10	2. Fissura de canto		12. Quebras localizadas		
			3. Placa dividida		13. Passagem de nível		
18	5 A 10 15	5 A 10	4. Degrau de junta		14. Rendilhamento e escamação		
			5. Defeito na selagem das juntas		15. Fissuras de retração plástica		
17	5 A 10 15	5 A 10	6. Desnível pavimento-acostamento		16. Quebra de canto		
			7. Fissuras lineares		17. Esborcinamento de juntas		
16	5 A 10 15	5 A 10	8. Grandes reparos		18. Placas bailarina		
			9. Pequenos reparos		19. Assentamento		
15	5 A 10 15	5 A 10	10. Desgaste superficial		20. Buraco		
			Tipos de Defeitos	Graus de Severidade	Nº de placas afetadas	% de placas afetadas	Valor Deduzível
14	5 A 10 15	5 A 10	5	A	20	100%	8
			10	X	20	100%	10
13	5 A 10 15	5 A 10	15	X	6	30%	3
			20	X	1	5%	
12	5 A 10 15 20	5 A 10				0%	
						0%	
11	5 A 10	5 A 10				0%	
						0%	
			VALOR DEDUZÍVEL TOTAL				21
			VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO (VDC)				16
			IPC=(100 - VDC)				84
A	B	CONCEITO					Muito Bom

Rodovia: Linha Verde
 Local: Estação Tubo Xaxim
 Pista: Principal
 Número de Placas: 20
 Data da Inspeção: 22/11/2020

DEFEITOS		NUMERAÇÃO DAS PLACAS																			
		21A	21B	22A	22B	23A	23B	24A	24B	25A	25B	26A	26B	27A	27B	28A	28B	29A	29B	30A	30B
Alçamento de placas	1																				
Fissura de canto	2																				
Placa dividida	3																				
Degrau de junta	4																				
Defeito na selagem das juntas	5	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Desnível pavimento-acostamento	6																				
Fissuras lineares	7																				
Grandes reparos	8																				
Pequenos reparos	9																				
Desgaste superficial	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Bombeamento	11																				
Quebras localizadas	12																				
Passagem de nível	13																				
Rendilhamento e escamação	14																				
Fissuras de retração plástica	15						X		X		X		X		X		X		X		
Quebra de canto	16																				
Esborcinamento de juntas	17																				
Placas bailarina	18																				
Assentamento	19																				
Buraco	20																				

			Número de placas analisadas		20		Placas 21A- 30B		
			TIPOS DE DEFEITOS						
30	5 A 10	5 A 10	1. Alçamento de placas		11. Bombeamento				
			2. Fissura de canto		12. Quebras localizadas				
29	5 A 10	5 A 10 15	3. Placa dividida		13. Passagem de nível				
			4. Degrau de junta		14. Rendilhamento e escamação				
28	5 A 10	5 A 10 15	5. Defeito na selagem das juntas		15. Fissuras de retração plástica				
			6. Desnível pavimento-acostamento		16. Quebra de canto				
27	5 A 10	5 A 10 15	7. Fissuras lineares		17. Esborcinamento de juntas				
			8. Grandes reparos		18. Placas bailarina				
26	5 A 10	5 A 10 15	9. Pequenos reparos		19. Assentamento				
			10. Desgaste superficial		20. Buraco				
25	5 A 10	5 A 10 15	Tipos de Defeitos	Graus de Severidade	Nº de placas afetadas	% de placas afetadas	Valor Deduzível		
			5	A	20	100%	8		
			10	X	20	100%	10		
			15	X	7	35%	3		
24	5 A 10	5 A 10 15				0%			
						0%			
23	5 A 10	5 A 10 15				0%			
						0%			
22	5 A 10	5 A 10				0%			
						0%			
21	5 A 10	5 A 10	VALOR DEDUZÍVEL TOTAL				21		
			VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO (VDC)				18		
			IPC=(100 - VDC)				82		
			CONCEITO				Muito Bom		
A		B							

Rodovia: Linha Verde
 Local: Estação Tubo Xaxim
 Pista: Marginal
 Número de Placas: 20
 Data da Inspeção: 22/11/2020

DEFEITOS		NUMERAÇÃO DAS PLACAS																			
		31A	31B	32A	32B	33A	33B	34A	34B	35A	35B	36A	36B	37A	37B	38A	38B	39A	39B	40A	40B
Alçamento de placas	1																				
Fissura de canto	2																				
Placa dividida	3																				
Degrau de junta	4																				
Defeito na selagem das juntas	5	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Desnível pavimento-acostamento	6																				
Fissuras lineares	7																				
Grandes reparos	8																				
Pequenos reparos	9																				
Desgaste superficial	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Bombeamento	11																				
Quebras localizadas	12																				
Passagem de nível	13																				
Rendilhamento e escamação	14																				
Fissuras de retração plástica	15	X		X		X		X		X		X		X		X					
Quebra de canto	16																				
Esborcinamento de juntas	17														B		B		B		B
Placas bailarina	18																				
Assentamento	19																				
Buraco	20																				

Número de placas analisadas				20		Placas 31A - 40B		
40	5 A 10	5 A 10 17 B	TIPOS DE DEFEITOS					
			1. Alçamento de placas		11. Bombeamento			
39	5 A 10	5 A 10 17 B	2. Fissura de canto		12. Quebras localizadas			
			3. Placa dividida		13. Passagem de nível			
38	5 A 10 15	5 A 10 17 B	4. Degrau de junta		14. Rendilhamento e escamação			
			5. Defeito na selagem das juntas		15. Fissuras de retração plástica			
37	5 A 10 15	5 A 10 17 B	6. Desnível pavimento-acostamento		16. Quebra de canto			
			7. Fissuras lineares		17. Esborcinamento de juntas			
36	5 A 10 15	5 A 10	8. Grandes reparos		18. Placas bailarina			
			9. Pequenos reparos		19. Assentamento			
35	5 A 10 15	5 A 10	10. Desgaste superficial		20. Buraco			
			Tipos de Defeitos	Graus de Severidade	Nº de placas afetadas	% de placas afetadas	Valor Deduzível	
34	5 A 10 15	5 A 10	5	A	20	100%	8	
			10	X	20	100%	10	
			15	X	8	40%	3	
33	5 A 10 15	5 A 10	17	B	4	20%	5	
						0%		
						0%		
32	5 A 10 15	5 A 10				0%		
						0%		
						0%		
31	5 A 10 15	5 A 10				0%		
			VALOR DEDUZÍVEL TOTAL				26	
			VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO (VDC)				21	
A		B	IPC=(100 - VDC)				79	
A		B	CONCEITO				Muito Bom	

Resultado ICP

Como a inspeção foi realizada em todo o trecho, o valor do ICP é obtido com a média aritmética dos valores de ICP das amostras. A referida conta está demonstrada a seguir:

Intervalo	ICP
1 (1A) - 20 (10B)	81
21 (11A) - 40 (20B)	84
41 (21A) - 60 (30B)	82
61 (31A) - 80 (40B)	79
ICP_{ESTAÇÃO}	82
CONCEITO	Muito Bom

Rodovia: Linha Verde
 Local: Estação Tubo Santa Bernadethe
 Pista: Marginal
 Número de Placas: 20
 Data da Inspeção: 22/11/2020

DEFEITOS		NUMERAÇÃO DAS PLACAS																			
		1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B	6A	6B	7A	7B	8A	8B	9A	9B	10A	10B
Alçamento de placas	1																				
Fissura de canto	2																				
Placa dividida	3																				
Degrau de junta	4																				
Defeito na selagem das juntas	5	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Desnível pavimento-acostamento	6																				
Fissuras lineares	7																				
Grandes reparos	8																				
Pequenos reparos	9																				
Desgaste superficial	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Bombeamento	11																				
Quebras localizadas	12																				
Passagem de nível	13																				
Rendilhamento e escamação	14																				
Fissuras de retração plástica	15																				
Quebra de canto	16																				
Esborcinamento de juntas	17																				
Placas bailarina	18																				
Assentamento	19																				
Buraco	20																				

Número de placas analisadas

20

Placas 1A- 10B

10	5 A 10	5 A 10	TIPOS DE DEFEITOS				
			1. Alçamento de placas		11. Bombeamento		
9	5 A 10	5 A 10	2. Fissura de canto		12. Quebras localizadas		
			3. Placa dividida		13. Passagem de nível		
8	5 A 10	5 A 10	4. Degrau de junta		14. Rendilhamento e escamação		
			5. Defeito na selagem das juntas		15. Fissuras de retração plástica		
7	5 A 10	5 A 10	6. Desnível pavimento-acostamento		16. Quebra de canto		
			7. Fissuras lineares		17. Esborcinamento de juntas		
6	5 A 10	5 A 10	8. Grandes reparos		18. Placas bailarina		
			9. Pequenos reparos		19. Assentamento		
5	5 A 10	5 A 10	10. Desgaste superficial		20. Buraco		
			Tipos de Defeitos	Graus de Severidade	Nº de placas afetadas	% de placas afetadas	Valor Deduzível
4	5 A 10	5 A 10	5	A	20	100%	8
			10	X	20	100%	10
3	5 A 10	5 A 10				0%	
						0%	
2	5 A 10	5 A 10				0%	
						0%	
1	5 A 10	5 A 10				0%	
						0%	
A	B	VALOR DEDUZÍVEL TOTAL					18
		VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO (VDC)					13
		IPC=(100 - VDC)					87
		CONCEITO					Excelente

A B

Rodovia: Linha Verde

Local: Estação Tubo Santa Bernadethe

Pista: Principal

Número de Placas: 20

Data da Inspeção: 22/11/2020

DEFEITOS		NUMERAÇÃO DAS PLACAS																			
		11A	11B	12A	12B	13A	13B	14A	14B	15A	15B	16A	16B	17A	17B	18A	18B	19A	19B	20A	20B
Alçamento de placas	1																				
Fissura de canto	2																				
Placa dividida	3																				
Degrau de junta	4																				
Defeito na selagem das juntas	5	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Desnível pavimento-acostamento	6																				
Fissuras lineares	7																				
Grandes reparos	8																				
Pequenos reparos	9																				
Desgaste superficial	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Bombeamento	11																				
Quebras localizadas	12																				
Passagem de nível	13																				
Rendilhamento e escamação	14																				
Fissuras de retração plástica	15							X		X		X		X		X					
Quebra de canto	16																				
Esborcinamento de juntas	17							B		B		B									
Placas bailarina	18																				
Assentamento	19																				
Buraco	20																				

			Número de placas analisadas		20		Placas 11A - 20B		
20	5 A 10	5 A 10	TIPOS DE DEFEITOS						
			1. Alçamento de placas		11. Bombeamento				
19	5 A 10	5 A 10	2. Fissura de canto		12. Quebras localizadas				
			3. Placa dividida		13. Passagem de nível				
18	5 A 10 15	5 A 10	4. Degrau de junta		14. Rendilhamento e escamação				
			5. Defeito na selagem das juntas		15. Fissuras de retração plástica				
17	5 A 10 15	5 A 10	6. Desnível pavimento-acostamento		16. Quebra de canto				
			7. Fissuras lineares		17. Esborcinamento de juntas				
16	5 A 10 15 17 B	5 A 10	8. Grandes reparos		18. Placas bailarina				
			9. Pequenos reparos		19. Assentamento				
15	5 A 10 15 17 B	5 A 10	10. Desgaste superficial		20. Buraco				
			Tipos de Defeitos	Graus de Severidade	Nº de placas afetadas	% de placas afetadas	Valor Deduzível		
14	5 A 10 15 17 B	5 A 10	5	A	20	100%	8		
			10	X	20	100%	10		
13	5 A 10 15 17 B	5 A 10	15	X	5	25%	2		
			17	B	3	15%	4		
12	5 A 10	5 A 10				0%			
						0%			
11	5 A 10	5 A 10				0%			
						0%			
A	B		VALOR DEDUZÍVEL TOTAL				24		
			VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO (VDC)				20		
			IPC={100 - VDC}				80		
			CONCEITO				Muito Bom		

Rodovia: Linha Verde
Local: Estação Tubo Santa Bernadethe
Pista: Principal
Número de Placas: 20
Data da Inspeção: 22/11/2020

[illegible]

Número de placas analisadas			20		Placas 21A- 30B		
30	5 A 10	5 A 10 15	TIPOS DE DEFEITOS				
			1. Alçamento de placas		11. Bombeamento		
29	5 A 10	5 A 10 15	2. Fissura de canto		12. Quebras localizadas		
			3. Placa dividida		13. Passagem de nível		
28	5 A 10	5 A 10 15 17 B	4. Degrau de junta		14. Rendilhamento e escamação		
			5. Defeito na selagem das juntas		15. Fissuras de retração plástica		
27	5 A 10 17 B	5 A 10 15	6. Desnível pavimento-acostamento		16. Quebra de canto		
			7. Fissuras lineares		17. Esborcinamento de juntas		
26	5 A 10	5 A 10 15	8. Grandes reparos		18. Placas bailarina		
			9. Pequenos reparos		19. Assentamento		
25	5 A 10	5 A 10 15	10. Desgaste superficial		20. Buraco		
			Tipos de Defeitos	Graus de Severidade	Nº de placas afetadas	% de placas afetadas	Valor Deduzível
24	5 A 10	5 A 10 15	5	A	20	100%	8
			10	X	20	100%	10
23	5 A 10	5 A 10 15	15	X	9	45%	3
			17	B	2	10%	3
22	5 A 10	5 A 10 15				0%	
						0%	
21	5 A 10	5 A 10 15				0%	
						0%	
A	B		VALOR DEDUZÍVEL TOTAL				24
			VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO (VDC)				20
			IPC=(100 - VDC)				80
			CONCEITO				Muito Bom

Rodovia: Linha Verde
 Local: Estação Tubo Santa Bernadethe
 Pista: Marginal
 Número de Placas: 20
 Data da Inspeção: 22/11/2020

DEFEITOS		NUMERAÇÃO DAS PLACAS																			
		31A	31B	32A	32B	33A	33B	34A	34B	35A	35B	36A	36B	37A	37B	38A	38B	39A	39B	40A	40B
Alçamento de placas	1																				
Fissura de canto	2																				
Placa dividida	3																				
Degrau de junta	4																				
Defeito na selagem das juntas	5	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Desnível pavimento-acostamento	6																				
Fissuras lineares	7																				
Grandes reparos	8																				
Pequenos reparos	9																				
Desgaste superficial	10																				
Bombeamento	11																				
Quebras localizadas	12																				
Passagem de nível	13																				
Rendilhamento e escamação	14																				
Fissuras de retração plástica	15																				
Quebra de canto	16																				
Esborcinamento de juntas	17																				
Placas bailarina	18																				
Assentamento	19																				
Buraco	20																				

Número de placas analisadas			20		Placas 31A - 40B		
40	5 A	5 A	TIPOS DE DEFEITOS				
			1. Alçamento de placas		11. Bombeamento		
39	5 A	5 A	2. Fissura de canto		12. Quebras localizadas		
			3. Placa dividida		13. Passagem de nível		
38	5 A	5 A	4. Degrau de junta		14. Rendilhamento e escamação		
			5. Defeito na selagem das juntas		15. Fissuras de retração plástica		
37	5 A	5 A	6. Desnível pavimento-acostamento		16. Quebra de canto		
			7. Fissuras lineares		17. Esborcinamento de juntas		
36	5 A	5 A	8. Grandes reparos		18. Placas bailarina		
			9. Pequenos reparos		19. Assentamento		
35	5 A	5 A	10. Desgaste superficial		20. Buraco		
			Tipos de Defeitos	Graus de Severidade	Nº de placas afetadas	% de placas afetadas	Valor Deduzível
34	5 A	5 A	5	A	20	100%	8
						0%	
33	5 A	5 A				0%	
						0%	
32	5 A	5 A				0%	
						0%	
31	5 A	5 A				0%	
						0%	
A B			VALOR DEDUZÍVEL TOTAL				8
			VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO (VDC)				9
			IPC=(100 - VDC)				91
			CONCEITO				Excelente

Resultado ICP

Como a inspeção foi realizada em todo o trecho, o valor do ICP é obtido com a média aritmética dos valores de ICP das amostras. A referida conta está demonstrada a seguir:

Intervalo	ICP
1 (1A) - 20 (10B)	87
21 (11A) - 40 (20B)	80
41 (21A) - 60 (30B)	80
61 (31A) - 80 (40B)	91
ICP_{ESTAÇÃO}	85
CONCEITO	Excelente

Rodovia: Linha Verde
 Local: Estação Tubo Fanny
 Pista: Marginal
 Número de Placas: 20
 Data da Inspeção: 22/11/2020

DEFEITOS		NUMERAÇÃO DAS PLACAS																			
		1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B	6A	6B	7A	7B	8A	8B	9A	9B	10A	10B
Alçamento de placas	1																				
Fissura de canto	2																				
Placa dividida	3																				
Degrau de junta	4																				
Defeito na selagem das juntas	5	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Desnível pavimento-acostamento	6																				
Fissuras lineares	7																				
Grandes reparos	8																				
Pequenos reparos	9																				
Desgaste superficial	10		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
Bombeamento	11																				
Quebras localizadas	12																				
Passagem de nível	13																				
Rendilhamento e escamação	14																				
Fissuras de retração plástica	15																				
Quebra de canto	16																				
Esborcinamento de juntas	17																				
Placas bailarina	18																				
Assentamento	19																				
Buraco	20																X				

Número de placas analisadas

20

Placas 1A- 10B

10	5 A	5 A 10	TIPOS DE DEFEITOS				
			1. Alçamento de placas	11. Bombeamento			
9	5 A	5 A 10	2. Fissura de canto	12. Quebras localizadas			
			3. Placa dividida	13. Passagem de nível			
8	5 A	5 A 10 20	4. Degrau de junta	14. Rendilhamento e escamação			
			5. Defeito na selagem das juntas	15. Fissuras de retração plástica			
7	5 A	5 A 10	6. Desnível pavimento-acostamento	16. Quebra de canto			
			7. Fissuras lineares	17. Esborcinamento de juntas			
6	5 A	5 A 10	8. Grandes reparos	18. Placas bailarina			
			9. Pequenos reparos	19. Assentamento			
5	5 A	5 A 10	10. Desgaste superficial	20. Buraco			
			Tipos de Defeitos	Graus de Severidade	Nº de placas afetadas	% de placas afetadas	Valor Deduzível
4	5 A	5 A 10	5	A	20	100%	8
			10	X	10	50%	7
3	5 A	5 A 10	20	X	1	5%	
						0%	
2	5 A	5 A 10				0%	
						0%	
1	5 A	5 A 10				0%	
						0%	
A	B		VALOR DEDUZÍVEL TOTAL				15
			VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO (VDC)				11
A	B		IPC=(100 - VDC)				89
			CONCEITO				Excelente

Rodovia: Linha Verde
Local: Estação Tubo Fanny
Pista: Principal
Número de Placas: 20
Data da Inspeção: 22/11/2020

[illegible]

Número de placas analisadas			20		Placas 11A - 20B			
20	5 A	5 A	TIPOS DE DEFEITOS					
			1. Alçamento de placas		11. Bombeamento			
19	5 A	5 A	2. Fissura de canto		12. Quebras localizadas			
			3. Placa dividida		13. Passagem de nível			
18	5 A	5 A	4. Degrau de junta		14. Rendilhamento e escamação			
			5. Defeito na selagem das juntas		15. Fissuras de retração plástica			
17	5 A	5 A	6. Desnível pavimento-acostamento		16. Quebra de canto			
			7. Fissuras lineares		17. Esborcinamento de juntas			
16	5 A	5 A	8. Grandes reparos		18. Placas bailarina			
			9. Pequenos reparos		19. Assentamento			
15	5 A	5 A	10. Desgaste superficial		20. Buraco			
			Tipos de Defeitos		Graus de Severidade	Nº de placas afetadas	% de placas afetadas	Valor Deduzível
14	5 A	5 A	5		A	20	100%	8
			10		X	9	45%	7
13	5 A	5 A	15		X	2	10%	0
							0%	
12	5 A	5 A					0%	
							0%	
11	5 A	5 A					0%	
							0%	
A	B		VALOR DEDUZÍVEL TOTAL					15
			VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO (VDC)					11
			IPC=(100 - VDC)					89
			CONCEITO					Excelente

Rodovia: Linha Verde
 Local: Estação Tubo Fanny
 Pista: Principal
 Número de Placas: 20
 Data da Inspeção: 22/11/2020

DEFEITOS		NUMERAÇÃO DAS PLACAS																			
		21A	21B	22A	22B	23A	23B	24A	24B	25A	25B	26A	26B	27A	27B	28A	28B	29A	29B	30A	30B
Alçamento de placas	1																				
Fissura de canto	2																				
Placa dividida	3																				
Degrau de junta	4																				
Defeito na selagem das juntas	5	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Desnível pavimento-acostamento	6																				
Fissuras lineares	7																				
Grandes reparos	8																				
Pequenos reparos	9																				
Desgaste superficial	10	X	X	X	X		X		X		X		X		X		X		X		X
Bombeamento	11																				
Quebras localizadas	12																				
Passagem de nível	13																				
Rendilhamento e escamação	14																				
Fissuras de retração plástica	15								X		X		X		X		X		X		
Quebra de canto	16																				
Esborcinamento de juntas	17																				
Placas bailarina	18																				
Assentamento	19																				
Buraco	20																				

Número de placas analisadas			20		Placas 21A- 30B		
30	5 A	5 A 10	TIPOS DE DEFEITOS				
			1. Alçamento de placas		11. Bombeamento		
29	5 A	5 A 10 15	2. Fissura de canto		12. Quebras localizadas		
			3. Placa dividida		13. Passagem de nível		
28	5 A	5 A 10 15	4. Degrau de junta		14. Rendilhamento e escamação		
			5. Defeito na selagem das juntas		15. Fissuras de retração plástica		
27	5 A	5 A 10 15	6. Desnível pavimento-acostamento		16. Quebra de canto		
			7. Fissuras lineares		17. Esborcinamento de juntas		
26	5 A	5 A 10 15	8. Grandes reparos		18. Placas bailarina		
			9. Pequenos reparos		19. Assentamento		
25	5 A	5 A 10 15	10. Desgaste superficial		20. Buraco		
			Tipos de Defeitos	Graus de Severidade	Nº de placas afetadas	% de placas afetadas	Valor Deduzível
24	5 A	5 A 10 15	5	A	20	100%	8
			10	X	12	60%	9
23	5 A	5 A 10 15	15	X	6	30%	2
						0%	
22	5 A	5 A 10 15				0%	
						0%	
21	5 A	5 A 10 10				0%	
						0%	
A	B	10	VALOR DEDUZÍVEL TOTAL				19
			VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO (VDC)				15
IPC=(100 - VDC)							85
CONCEITO							Excelente

A B

Rodovia: Linha Verde
 Local: Estação Tubo Fanny
 Pista: Marginal
 Número de Placas: 20
 Data da Inspeção: 22/11/2020

DEFEITOS		NUMERAÇÃO DAS PLACAS																			
		31A	31B	32A	32B	33A	33B	34A	34B	35A	35B	36A	36B	37A	37B	38A	38B	39A	39B	40A	40B
Alçamento de placas	1																				
Fissura de canto	2																				B
Placa dividida	3																				
Degrau de junta	4																				
Defeito na selagem das juntas	5	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Desnível pavimento-acostamento	6																				
Fissuras lineares	7																				
Grandes reparos	8																				
Pequenos reparos	9																				
Desgaste superficial	10	X		X		X		X		X		X						X		X	
Bombeamento	11																				
Quebras localizadas	12																				
Passagem de nível	13																				
Rendilhamento e escamação	14																				
Fissuras de retração plástica	15																				
Quebra de canto	16																				
Esborcinamento de juntas	17									M											
Placas bailarina	18																				
Assentamento	19																				
Buraco	20																				

Número de placas analisadas			20		Placas 31A - 40B					
40	5 A 10	2 B 5 A	TIPOS DE DEFEITOS							
			1. Alçamento de placas		11. Bombeamento					
39	5 A 10	5 A	2. Fissura de canto		12. Quebras localizadas					
			3. Placa dividida		13. Passagem de nível					
38	5 A	5 A	4. Degrau de junta		14. Rendilhamento e escamação					
			5. Defeito na selagem das juntas		15. Fissuras de retração plástica					
37	5 A	5 A	6. Desnível pavimento-acostamento		16. Quebra de canto					
			7. Fissuras lineares		17. Esborcinamento de juntas					
36	5 A 10	5 A	8. Grandes reparos		18. Placas bailarina					
			9. Pequenos reparos		19. Assentamento					
35	5 A 10 17 M	5 A	10. Desgaste superficial		20. Buraco					
			Tipos de Defeitos	Graus de Severidade	Nº de placas afetadas	% de placas afetadas		Valor Deduzível		
34	5 A 10	5 A	2	B	1	5%		5		
			5	A	20	100%		8		
33	5 A 10	5 A	10	X	8	40%		6		
			17	M	1	5%		3		
32	5 A 10	5 A				0%				
						0%				
31	5 A 10	5 A				0%				
						0%				
A	B	VALOR DEDUZÍVEL TOTAL							22	
			VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO (VDC)							16
			IPC=(100 - VDC)							84
			CONCEITO							Muito Bom

Resultado ICP

Como a inspeção foi realizada em todo o trecho, o valor do ICP é obtido com a média aritmética dos valores de ICP das amostras. A referida conta está demonstrada a seguir:

Intervalo	ICP
1 (1A) - 20 (10B)	89
21 (11A) - 40 (20B)	89
41 (21A) - 60 (30B)	85
61 (31A) - 80 (40B)	84
ICP_{ESTAÇÃO}	87
CONCEITO	Excelente

Rodovia: Linha Verde
 Local: Estação Tubo Marechal Floriano
 Pista: Principal
 Número de Placas: 20
 Data da Inspeção: 22/11/2020

DEFEITOS		NUMERAÇÃO DAS PLACAS																			
		1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B	6A	6B	7A	7B	8A	8B	9A	9B	10A	10B
Alçamento de placas	1																				
Fissura de canto	2																				
Placa dividida	3																				
Degrau de junta	4																				
Defeito na selagem das juntas	5	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Desnível pavimento-acostamento	6																				
Fissuras lineares	7																				
Grandes reparos	8																				
Pequenos reparos	9																				
Desgaste superficial	10	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Bombeamento	11																				
Quebras localizadas	12																				
Passagem de nível	13																				
Rendilhamento e escamação	14																				
Fissuras de retração plástica	15		X	X		X		X		X				X		X					
Quebra de canto	16																				
Esborcinamento de juntas	17		B																		
Placas bailarina	18																				
Assentamento	19																				
Buraco	20																				

Número de placas analisadas

20

Placas 1A- 10B

10	5 A 10	5 A	TIPOS DE DEFEITOS				
			1. Alçamento de placas		11. Bombeamento		
9	5 A 10	5 A	2. Fissura de canto		12. Quebras localizadas		
			3. Placa dividida		13. Passagem de nível		
8	5 A 10 15	5 A	4. Degrau de junta		14. Rendilhamento e escamação		
			5. Defeito na selagem das juntas		15. Fissuras de retração plástica		
7	5 A 10 15	5 A	6. Desnível pavimento-acostamento		16. Quebra de canto		
			7. Fissuras lineares		17. Esborcinamento de juntas		
6	5 A 10	5 A	8. Grandes reparos		18. Placas bailarina		
			9. Pequenos reparos		19. Assentamento		
5	5 A 10 15	5 A	10. Desgaste superficial		20. Buraco		
			Tipos de Defeitos	Graus de Severidade	Nº de placas afetadas	% de placas afetadas	Valor Deduzível
4	5 A 10 15	5 A	5	A	20	100%	8
			10	X	10	50%	7
3	5 A 10 15	5 A	15	X	7	35%	3
			17	B	1	5%	2
2	5 A 10 15	5 A				0%	
						0%	
1	5 A 10	5 A 15 17B				0%	
						0%	
A	B	VALOR DEDUZÍVEL TOTAL					20
		VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO (VDC)					15
		IPC=(100 - VDC)					85
		CONCEITO					Excelente

Rodovia: Linha Verde
 Local: Estação Tubo Marechal Floriano
 Pista: Principal
 Número de Placas: 20
 Data da Inspeção: 22/11/2020

DEFEITOS		NUMERAÇÃO DAS PLACAS																			
		11A	11B	12A	12B	13A	13B	14A	14B	15A	15B	16A	16B	17A	17B	18A	18B	19A	19B	20A	20B
Alçamento de placas	1																				
Fissura de canto	2																				
Placa dividida	3																				
Degrau de junta	4																				
Defeito na selagem das juntas	5	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Desnível pavimento-acostamento	6																				
Fissuras lineares	7																				
Grandes reparos	8																				
Pequenos reparos	9																				
Desgaste superficial	10		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
Bombeamento	11																				
Quebras localizadas	12																				
Passagem de nível	13																				
Rendilhamento e escamação	14																				
Fissuras de retração plástica	15		X		X		X		X		X		X		X		X		X		
Quebra de canto	16																				
Esborcinamento de juntas	17																				
Placas bailarina	18																				
Assentamento	19																				
Buraco	20																				

Número de placas analisadas			20		Placas 11A - 20B				
20	5 A	5 A 10	TIPOS DE DEFEITOS						
			1. Alçamento de placas		11. Bombeamento				
19	5 A	5 A 10 15	2. Fissura de canto		12. Quebras localizadas				
			3. Placa dividida		13. Passagem de nível				
18	5 A	5 A 10 15	4. Degrau de junta		14. Rendilhamento e escamação				
			5. Defeito na selagem das juntas		15. Fissuras de retração plástica				
17	5 A	5 A 10 15	6. Desnível pavimento-acostamento		16. Quebra de canto				
			7. Fissuras lineares		17. Esborcinamento de juntas				
16	5 A	5 A 10 15	8. Grandes reparos		18. Placas bailarina				
			9. Pequenos reparos		19. Assentamento				
15	5 A	5 A 10 15	10. Desgaste superficial		20. Buraco				
			Tipos de Defeitos	Graus de Severidade	Nº de placas afetadas	% de placas afetadas		Valor Deduzível	
14	5 A	5 A 10 15	5	A	20	100%		8	
			10	X	10	50%		7	
			15	X	9	45%		3	
13	5 A	5 A 10 15				0%			
						0%			
						0%			
12	5 A	5 A 10 15				0%			
						0%			
						0%			
11	5 A	5 A 10 15				0%			
						0%			
						0%			
A		B	VALOR DEDUZÍVEL TOTAL					18	
A		B	VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO (VDC)					13	
A		B	IPC=(100 - VDC)					87	
A		B	CONCEITO					Excelente	

Resultado ICP

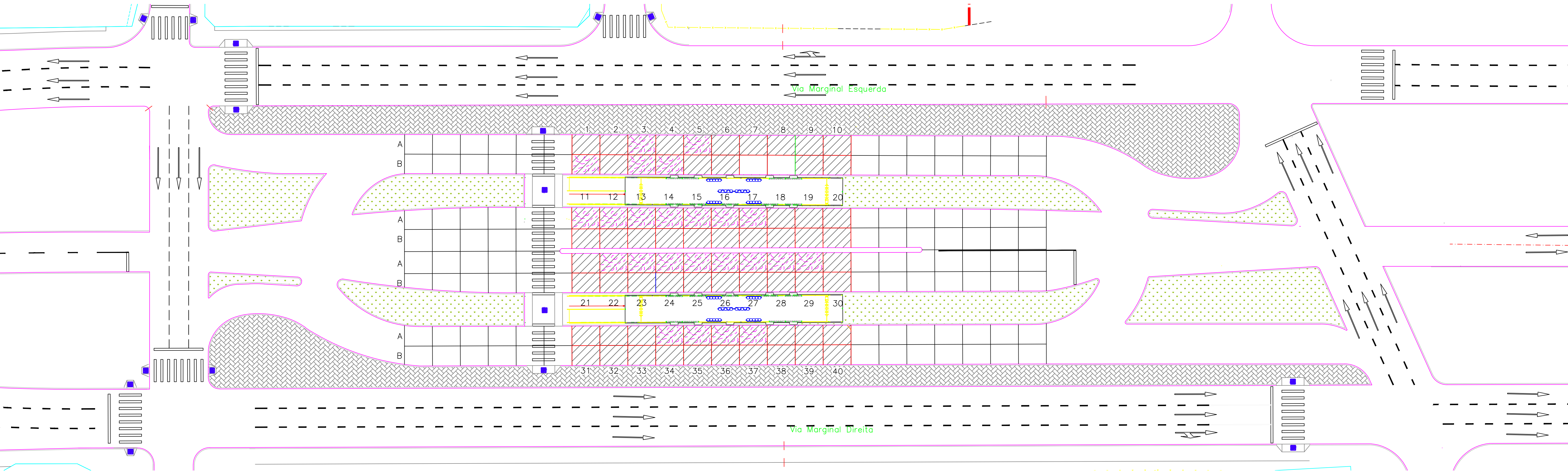
Como a inspeção foi realizada em todo o trecho, o valor do ICP é obtido com a média aritmética dos valores de ICP das amostras. A referida conta está demonstrada a seguir:

Intervalo	ICP
1 (1A) - 20 (10B)	85
21 (11A) - 40 (20B)	87
ICP_{ESTAÇÃO}	86
CONCEITO	Excelente

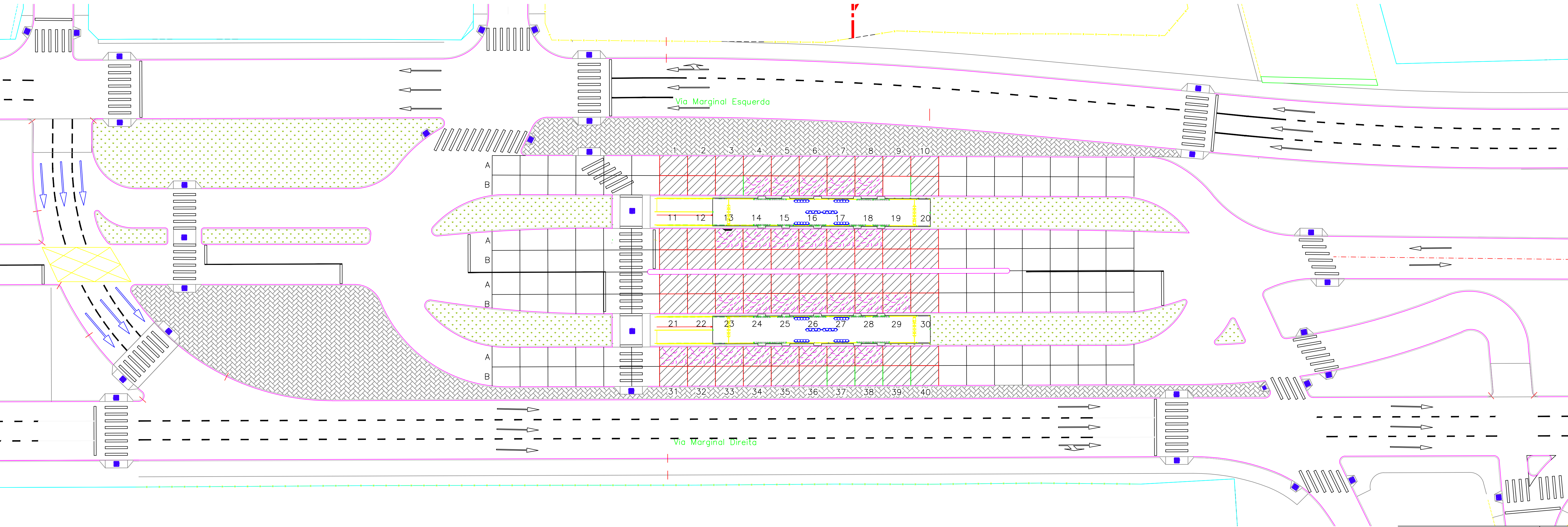
APÊNDICE B – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS DEFEITOS

Os defeitos encontrados nas estações tubo estão demonstradas nas representações gráficas a seguir:

ESTAÇÃO TUBO SÃO PEDRO



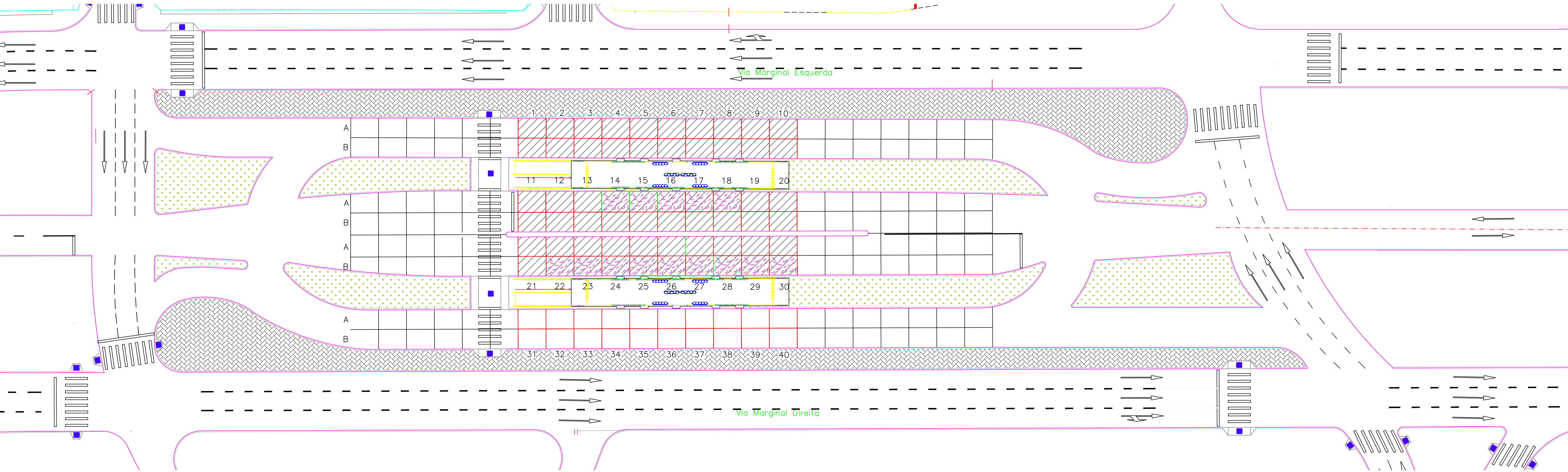
ESTAÇÃO TUBO XAXIM



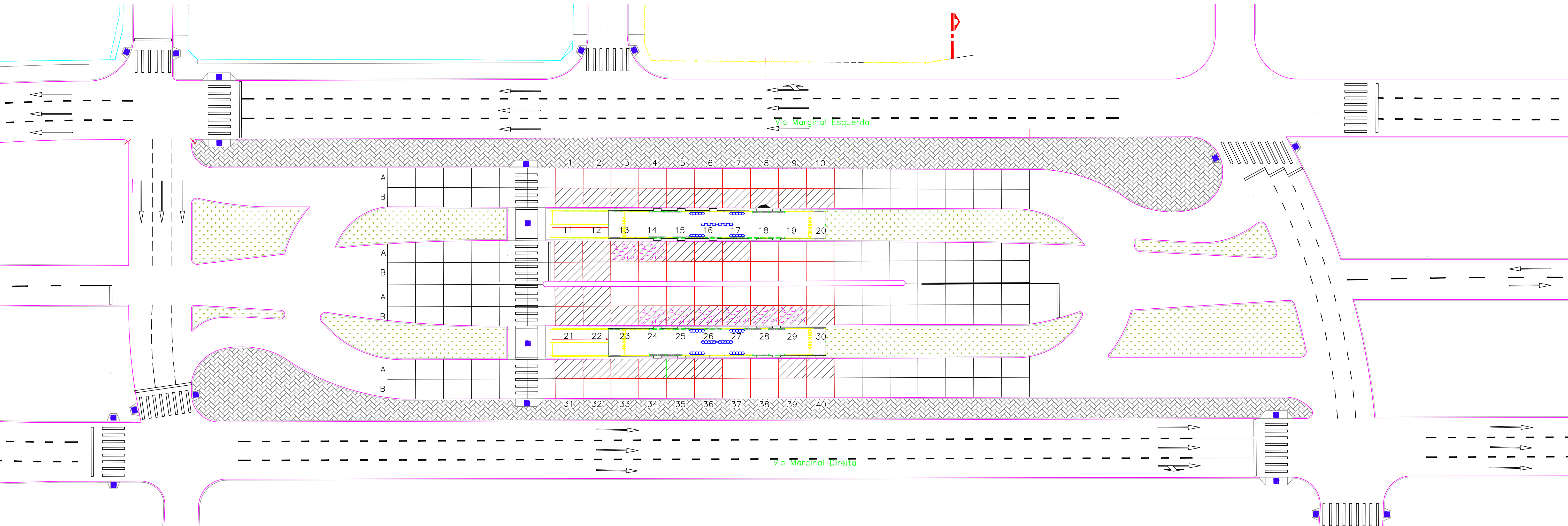
LEGENDA

Fissura de canto	Fissura de retração plástica	Degrau de junta	Esborcinamento de juntas	Defeito na selagem das juntas	Buraco	Desgaste superficial
------------------	------------------------------	-----------------	--------------------------	-------------------------------	--------	----------------------

ESTAÇÃO TUBO SANTA BERNADETTE



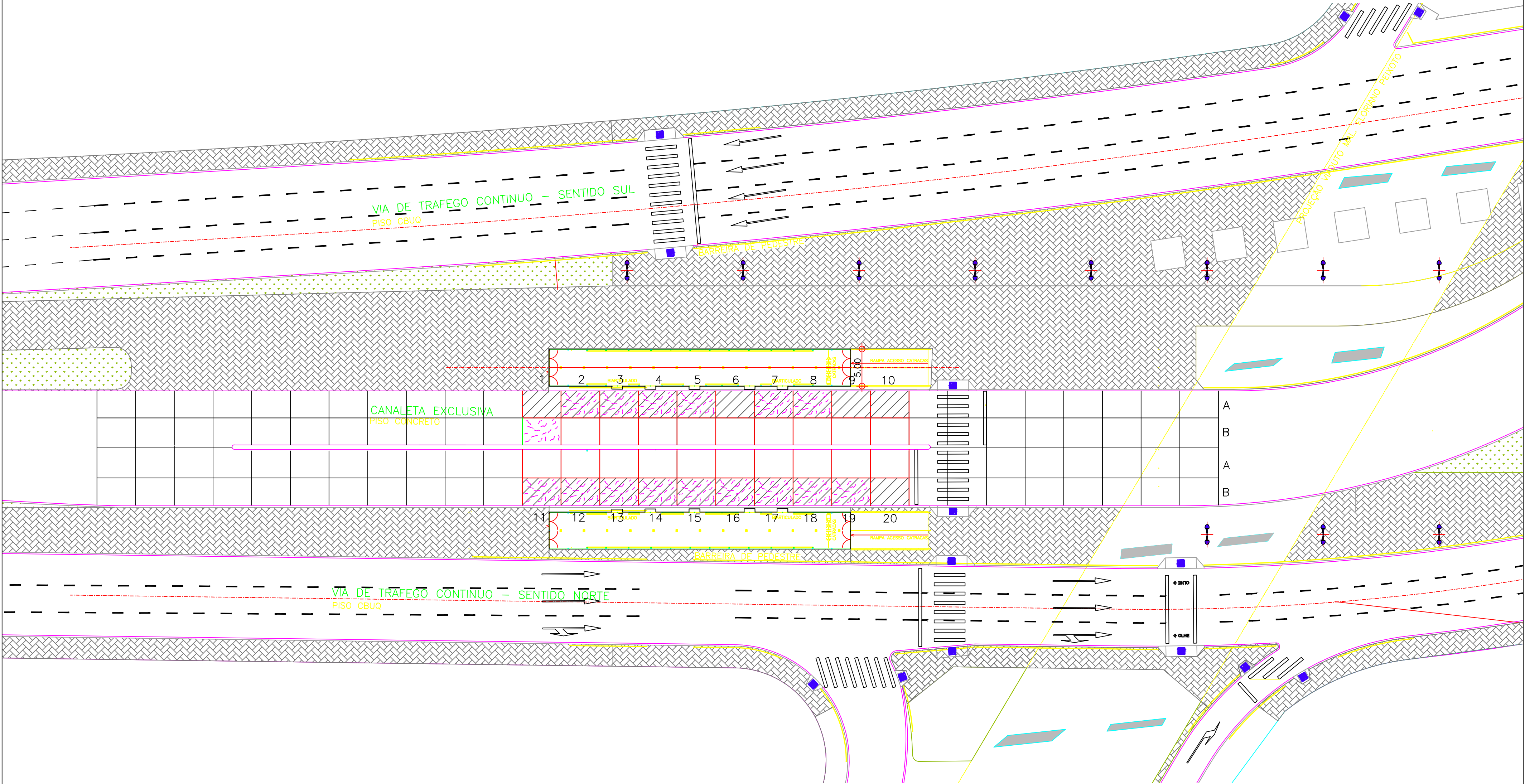
ESTAÇÃO TUBO FANNY



LEGENDA

Fissura de canto	Fissura de retração plástica	Degrau de junta	Esborcinamento de juntas	Defeito na selagem das juntas	Buraco	Desgaste superficial
------------------	------------------------------	-----------------	--------------------------	-------------------------------	--------	----------------------

ESTAÇÃO TUBO MARECHAL FLORIANO



LEGENDA

Fissura de canto		Fissura de retração plástica		Degrau de junta		Esborcinamento de juntas		Defeito na selagem das juntas		Buraco		Desgaste superficial	
------------------	--	------------------------------	--	-----------------	--	--------------------------	--	-------------------------------	--	--------	--	----------------------	--

ANEXO A – NORMA DNIT 061/2004 - TER



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-
ESTRUTURA DE TRANSPORTES

DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E
PESQUISA

INSTITUTO DE PESQUISAS
RODOVIÁRIAS

Rodovia Presidente Dutra, km 163
Centro Rodoviário – Vigário Geral
Rio de Janeiro – RJ – CEP 21240-330
Tel/fax: (0xx21) 3371-5888

NORMA DNIT 061/2004 – TER

Pavimento rígido – Defeitos – Terminologia

Autor: Diretoria de Planejamento e Pesquisa / IPR

Processo:

Aprovação pela Diretoria Executiva do DNIT na reunião de 25 / 11 / 2004

Direitos autorais exclusivos do DNIT, sendo permitida reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte (DNIT), mantido o texto original e não acrescentado nenhum tipo de propaganda comercial.

Palavras-chave:

Pavimento rígido, concreto, defeitos, terminologia

**Nº total de
páginas**
13

Resumo

Este documento define os termos técnicos empregados para caracterizar os defeitos que ocorrem nos pavimentos rígidos de concreto de cimento Portland e servem para padronizar a linguagem adotada na elaboração das normas, manuais, projetos e outros textos relativos aos pavimentos rígidos.

Abstract

This document defines the technical terms which are used to describe the defects occurring on concrete rigid pavements made of Portland cement and can help to standardize the kind of language in standards, manuals, drafts, and other written documents relating to rigid pavements.

Sumário

Prefácio	1
1 Objetivo	1
2 Definição	1
3 Tipos de defeitos	1
Anexo A (Informativo) Representação Fotográfica – Defeitos nos Pavimentos Rígidos.....	4
Índice Geral.....	13

Prefácio

A presente Norma foi preparada pela Diretoria de Planejamento e Pesquisa, para servir como documento base na utilização de termos técnicos rodoviários referentes a defeitos nos pavimentos rígidos e está baseada na norma DNIT 001/2002-PRO.

1 Objetivo

Esta Norma tem por objetivo estabelecer uma nomenclatura padronizada para os diversos tipos de defeitos que geralmente ocorrem em pavimentos rígidos de concreto de cimento Portland de estradas de rodagem.

2 Definição

Defeito - anomalia observada no pavimento, decorrente de problemas na fundação, de má execução ou do uso do pavimento.

3 Tipos de defeitos

3.1 Alçamento de placas

Desnívelamento das placas nas juntas ou nas fissuras transversais e eventualmente, na proximidade de canaletas de drenagens ou de intervenções feitas no pavimento.

3.2 Fissura de canto

É a fissura que intercepta as juntas a uma distância menor ou igual à metade do comprimento das bordas ou juntas do pavimento (longitudinal e transversal), medindo-se a partir do seu canto. Esta fissura geralmente atinge toda a espessura da placa.

3.3 Placa dividida

É a placa que apresenta fissuras dividindo-a em quatro ou mais partes.

3.4 Escalonamento ou degrau nas juntas

Caracteriza-se pela ocorrência de deslocamentos verticais diferenciados e permanentes entre uma placa e outra adjacente, na região da junta.

3.5 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.

3.6 Desnível pavimento - acostamento

É o degrau formado entre o acostamento e a borda do pavimento, geralmente acompanhado de uma separação dessas bordas.

3.7 Fissuras lineares

São fissuras que atingem toda a espessura da placa de concreto, dividindo-a em duas ou três partes. Quando as fissuras dividem a placa em quatro ou mais partes, o defeito é denominado de “placa dividida”.

Como “fissuras lineares” enquadram-se:

- fissuras transversais que ocorrem na direção da largura da placa,

perpendicularmente ao eixo longitudinal do pavimento;

- fissuras longitudinais que ocorrem na direção do comprimento da placa, paralelamente ao eixo longitudinal do pavimento;
- fissuras diagonais, que são fissuras inclinadas que interceptam as juntas do pavimento a uma distância maior que a metade do comprimento dessas juntas ou bordas.

3.8 Grandes reparos

Entende-se como “grande reparo” uma área do pavimento original maior que 0,45m², que foi removida e posteriormente preenchida com um material de enchimento.

3.9 Pequenos reparos

Entende-se como “pequeno reparo” uma área do pavimento original menor ou igual a 0,45m², que foi removida e posteriormente preenchida com um material de enchimento.

3.10 Desgaste superficial

Caracteriza-se pelo descolamento da argamassa superficial, fazendo com que os agregados aflorem na superfície do pavimento, e com o tempo fiquem com a sua superfície polida.

3.11 Bombeamento

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. Os finos bombeados tem a forma de uma lama fluida, sendo identificados pela presença de manchas terrosas ao longo das juntas, bordas ou trincas.

3.12 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).

3.13 Passagem de nível

São defeitos que ocorrem em passagens de nível, consistindo de depressões ou elevações próximas aos trilhos.

3.14 Fissuras superficiais (rendilhado) e escamação

As fissuras superficiais (rendilhado) são fissuras capilares que ocorrem apenas na superfície da placa, tendo profundidade entre 6mm e 13mm, que apresentam a tendência de se interceptarem, formando ângulos de 120°.

A escamação caracteriza-se pelo descolamento da camada superficial fissurada, podendo no entanto, ser proveniente de outros defeitos, tal como o desgaste superficial.

3.15 Fissuras de retração plástica

São fissuras pouco profundas (superficiais), de pequena abertura (inferior a 0,5mm) e de comprimento limitado. Sua incidência costuma ser aleatória e elas se desenvolvem formando ângulo de 45° a 60° com o eixo longitudinal da placa.

3.16 Esborcinamento ou quebra de canto

São quebras que aparecem nos cantos das placas, tendo forma de cunha, que ocorrem em uma distância não superior a 60cm do canto.

Este defeito difere da fissura de canto, pelo fato de interceptar a junta num determinado ângulo (quebra em cunha), ao passo que a fissura de canto ocorre verticalmente em toda a espessura da placa.

3.17 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.

3.18 Placa “bailarina”

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

3.19 Assentamento

Caracteriza-se pelo afundamento do pavimento, criando ondulações superficiais de grande extensão, podendo ocorrer que o pavimento permaneça íntegro.

3.20 Buracos

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

Anexo A (Informativo)

Representação Fotográfica – Defeitos nos Pavimentos Rígidos

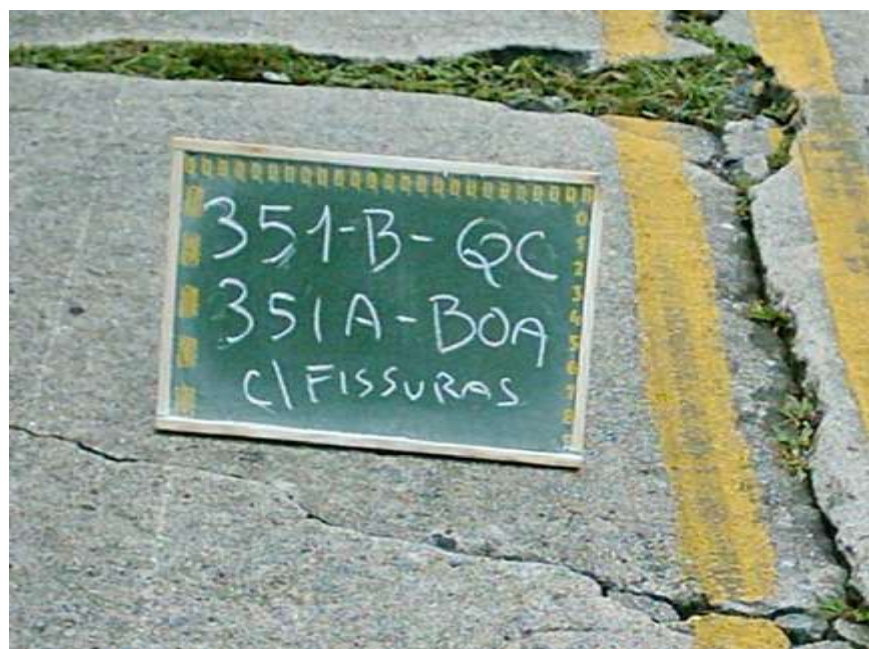


Foto 01: Alçamento de Placas



Foto 02: Fissuras de Canto



Foto 03: Placa dividida



Foto 04: Falha na Selagem das Juntas



Foto 05: Fissuras Transversais



Figura 06: Trincas Longitudinais



Foto 07: Fissuras Diagonais



Foto 08: Grandes Reparos



Foto 09: Pequenos Reparos



Foto 10: Desgaste Superficial



Figura 11: Quebras Localizadas



Figura 12: Fissuras Superficiais



Figura 13: Fissura de Retração Plástica



Figura 14: Quebra de Canto



Foto 15: Esborcinamento de Juntas

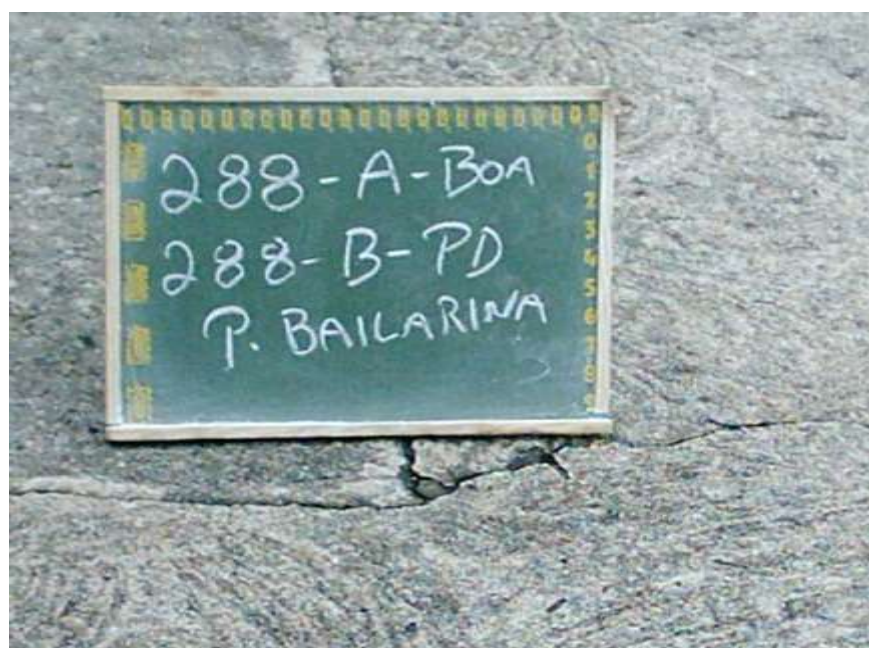


Foto 16: Placa Bailarina



Foto 17: Assentamento



Foto 18: Buracos

Índice Geral

Abstract	1	Fissuras de retração plástica 3.15.....	3
Alçamento de placas 3.1	1	Fissuras lineares 3.7.....	2
Assentamento 3.19	3	Fissuras superficiais(rendilhado) e escamação 3.14.....	3
Anexo A (Informativo)		Grandes reparos 3.8.....	2
Documentação Fotográfica - Defeitos nos Pavimentos Rígidos	4	Índice Geral	13
Bombeamento 3.11	2	Objetivo 1.....	1
Buracos 3.20	3	Passagem de nível 3.13.....	3
Definição 2	1	Pequenos reparos 3.9.....	2
Desgaste superficial 3.10	2	Placa “bailarina” 3.18.....	3
Desnível pavimento – acostamento 3.6	2	Placa dividida 3.3.....	2
Esborcinamento de juntas 3.17	3	Prefácio	1
Esborcinamento ou quebra de canto 3.16	3	Quebras localizadas 3.12.....	2
Escalonamento ou degrau nas juntas 3.4	2	Resumo	1
Falha na selagem das juntas 3.5	2	Sumário	1
Fissura de canto 3.2	2	Tipos de defeitos 3.....	1

ANEXO B – NORMA DNIT 060/2004 - PRO



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-
ESTRUTURA DE TRANSPORTES

DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E
PESQUISA

INSTITUTO DE PESQUISAS
RODOVIÁRIAS

Rodovia Presidente Dutra, km 163
Centro Rodoviário – Vigário Geral
Rio de Janeiro – RJ – CEP 21240-330
Tel/fax: (0xx21) 3371-5888

NORMA DNIT 060/2004 - PRO

Pavimento rígido – Inspeção visual – Procedimento

Autor: Diretoria de Planejamento e Pesquisa / IPR

Processo: 50.600.004.558/2003-24

Aprovação pela Diretoria Executiva do DNIT na reunião de 25 / 11 / 2004

Direitos autorais exclusivos do DNIT, sendo permitida reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte (DNIT), mantido o texto original e não acrescentado nenhum tipo de propaganda comercial.

Palavras-chave:

Pavimento rígido, inspeção visual, procedimento

**Nº total de
páginas**
22

Resumo

Este documento define a sistemática a ser adotada na realização de inspeção visual em pavimentos rígidos de concreto de cimento Portland, com o propósito de avaliar as características da pista de rolamento.

Abstract

This document provides the method of executing the visual inspection on concrete rigid pavements made of Portland cement, the goal of which is to evaluate the characteristics of the road surface.

Sumário

Prefácio	1
1 Objetivo	1
2 Referências normativas e bibliográficas	2
3 Definições	2
4 Condições gerais.....	2
5 Condições específicas	2
6 Meios necessários.....	4
7 Disposições finais.....	5
Anexo A (normativo) Determinação do número mínimo de amostras (n)	6
Anexo B (normativo) Método de Amostragem Sistemática.....	7

Anexo C (normativo) Informações complementares - Modelo circular de inspeção.....	8
Anexo D (normativo) Informações complementares	9
Anexo E (normativo) Graus de severidade e critérios para a contagem dos defeitos.....	10
Anexo F (normativo) Instruções para preenchimento da ficha de inspeção	16
Anexo G (normativo) Ficha de inspeção	18
Anexo H (normativo) Ficha de inspeção preenchida - exemplo.....	19
Anexo J (normativo) Ficha de inspeção - exemplo.....	21
Índice geral.....	22

Prefácio

A presente Norma foi preparada pela Diretoria de Planejamento e Pesquisa, para servir como documento base na realização de inspeção visual em pavimentos rígidos de concreto de cimento Portland e está baseada na norma DNIT 001/2002-PRO.

1 Objetivo

Esta norma tem por objetivo estabelecer procedimentos e critérios para a inspeção visual de pavimentos rígidos

de concreto de cimento Portland, visando a sua avaliação.

2 Referências normativas e bibliográficas

Os documentos relacionados neste item serviram de base à elaboração desta Norma e contém disposições que, ao serem citadas no texto, se tornam parte integrante desta Norma. As edições apresentadas são as que estavam em vigor na data desta publicação, recomendando-se que sempre sejam consideradas as edições mais recentes, se houver.

2.1 Referência normativa

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTE. *DNIT 061/2004 - TER: pavimento rígido – defeitos: terminologia*. Rio de Janeiro: IPR, 2004.

2.2 Referência bibliográfica

SHAHIN, M. Y., KOHN, S. D. *Development of a pavement condition rating procedure for roads, street, and parking lots*. Champaign, Ill: CERL , 1979. 2v

3 Definições

3.1 Grau de severidade do defeito

Classificação de um defeito de um pavimento, de acordo com a sua dimensão, condição ou com a sua influência no conforto, segurança e escoamento do tráfego.

3.2 Índice de condição do pavimento (ICP)

Medida da condição estrutural do pavimento, capaz de fornecer ao engenheiro de pavimentação informações para a verificação das condições da rodovia e para o estabelecimento de políticas de manutenção, prevenção e de recuperação.

4 Condições gerais

Os dados obtidos em uma inspeção criteriosa, após serem avaliados e conjugados com as informações contidas no cadastro documental de uma rodovia, possibilitam a determinação da condição estrutural e do comportamento da pavimentação rígida, bem como o

estabelecimento de prioridades e critérios para a sua manutenção e recuperação.

As seguintes fases constam de uma inspeção de pavimentos rígidos:

- a) definição dos trechos da rodovia,
- b) determinação do tipo de inspeção,
- c) levantamento dos defeitos visíveis,
- d) catalogação dos dados coletados na inspeção.

5 Condições específicas

5.1 Definição dos trechos da rodovia

5.1.1 Atribuição

A definição dos trechos da rodovia a serem inspecionados é da competência do engenheiro responsável pela inspeção.

5.1.2 Critérios

A escolha dos trechos deverá ser baseada em:

- a) dados sucintos de campo;
- b) informações de escritório ou do cadastro documental ;
- c) indícios que mostrem a necessidade da inspeção em determinados trechos.

5.1.3 Preparação do trecho para a inspeção

Um trecho escolhido para a inspeção deverá ser dividido em partes denominadas amostras.

Cada amostra deve ser identificada por caracteres numéricos e será composta de 20 placas com, no máximo, 9 (nove) metros de comprimento. No caso de placas com mais de 9 (nove) metros de comprimento, deve-se considerá-las imaginariamente, subdivididas por juntas em perfeitas condições, de tal modo que cada subdivisão não tenha mais do que 9 (nove) metros de comprimento.

5.2 Determinação do tipo de inspeção

Quanto à extensão, existem dois tipos de inspeção:

- a) inspeção em todo o trecho;
- b) inspeção por amostragem.

5.2.1 Inspeção em todo o trecho

É a inspeção realizada em todas as amostras de um trecho. Por ser muito dispendiosa em termos de pessoal e de tempo, esse tipo de inspeção só deverá ser executado no caso de rodovias de pequena extensão ou quando se tratar de estabelecimento de contratos de manutenção ou de reparos, pois, há a necessidade, neste último caso, do levantamento exato da quantidade, dos tipos e da extensão dos defeitos existentes no trecho.

5.2.2 Inspeção por amostragem

É a inspeção em que apenas um determinado número de amostras de um trecho; apresenta maior economia de meios e maior rapidez.

5.2.3 Determinação do número mínimo de amostras (n)

Para que o engenheiro responsável pela inspeção obtenha um elevado grau de confiança no resultado da inspeção por amostragem, é necessário que se estabeleça um número mínimo de amostras a serem inspecionadas.

Estatisticamente, chega-se a esse número (n) por meio de uma equação, que é função do número (N) total de amostras do trecho, do erro admissível ($\pm e$) e do desvio padrão (S) da média dos resultados individuais do índice de Condição do Pavimento:

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

Essa equação garante 95% de confiança de que o erro na avaliação, baseado nos dados coletados na inspeção, estará dentro da faixa admissível ($\pm e$).

No Anexo A são apresentadas as curvas que permitem a obtenção imediata de (n) para um erro admissível (e) de ± 5 , desde que sejam conhecidos os valores de (N) e de (S).

Recomenda-se adotar, inicialmente, valores de (S) entre 8 e 14, considerando-se S = 10 uma boa estimativa.

É aconselhável, também, que seja efetuado o cálculo do desvio (S) para as primeiras amostras inspecionadas, com o objetivo de verificar o valor inicialmente adotado.

O número mínimo de amostras (n) a serem inspecionadas em um trecho nunca deverá ser menor do que 5 (cinco).

5.2.4 Seleção de amostras

A seleção das amostras para inspeção deve ser aleatória. O engenheiro responsável deve determinar o método que garanta essa aleatoriedade.

Para se obter uma maior representatividade da amostragem escolhida aleatoriamente, recomenda-se que, quando o número (N) de amostras de um trecho for igual ou maior do que 10, seja utilizado o método de "amostragem sistemática" descrito no Anexo B.

5.3 Levantamento dos defeitos visíveis

5.3.1 Providências preliminares

Antes de se proceder ao levantamento dos defeitos, devem ser tomadas as seguintes medidas:

- a) reconhecimento "in loco", de modo a identificar o trecho e as amostras selecionadas para a inspeção,
- b) planejamento da execução da inspeção, devendo constar o cronograma de trabalho, o número necessário de equipes para a inspeção e a distribuição das amostras pelas equipes,
- c) contatos com as autoridades responsáveis pela operação da rodovia, para que sejam garantidas a segurança das equipes de inspeção e a menor interferência possível no escoamento do tráfego,
- d) inspeção do material necessário à condução dos serviços.

5.3.2 Execução

As placas que compõem uma amostra selecionada, após serem identificadas e demarcadas com tinta,

devem ser cuidadosamente inspecionadas, de modo a permitir que sejam obtidas as seguintes informações :

a) tipos de defeitos:

Cada defeito deve ser identificado e descrito, conforme a norma DNIT 061/2004-TER e documento bibliográfico referenciado no item 2.2.

b) graus de severidade:

Cada defeito deve ser classificado de acordo com o seu grau de severidade, conforme Anexo E.

c) número de placas afetadas por um determinado tipo de defeito na amostra. Os critérios para a contagem também se encontram no Anexo C.

Para que esses dados sejam precisos, é necessário que antes de avaliar-se um defeito, a área que o contém fique suficientemente limpa. Deste modo, serão mais confiáveis as medidas e as avaliações que se fizerem necessárias.

Para a identificação das placas que apresentam o defeito definido como "placa bailarina" é necessário observá-las sob a ação do tráfego, sendo que a avaliação deste tipo de defeito somente deverá ser feita após a liberação do tráfego.

Caso não haja disponibilidade de tempo, ao término da inspeção de cada amostra a equipe fará com que um veículo "simulador de tráfego" percorra toda a amostra, agindo diretamente sobre cada uma das placas.

5.3.3 Levantamento de defeitos atípicos

Considera-se um defeito como sendo atípico, quando ele for pouco comum no trecho e ocorrer geralmente nas passagens de nível, canaletas de drenagem, caixas de inspeção, bueiros ou em qualquer outra interrupção no pavimento.

Quando o defeito atípico ocorrer em uma amostra selecionada, esta passará a ser classificada como "adicional".

Para cada "amostra adicional" será escolhida no trecho, aleatoriamente, uma nova amostra para ser inspecionada.

Se forem detectados defeitos atípicos em amostras não selecionadas, esses defeitos serão levantados e as

amostras que os contiverem serão classificadas como "adicionais".

5.4 Catalogação dos dados coletados na inspeção

Os dados coletados na inspeção deverão ser lançados pelo chefe da equipe de inspeção na "Ficha de Inspeção", conforme Anexo G.

6 Meios necessários

6.1 Pessoal

Para cada trecho a ser inspecionado é necessário formar-se um grupo de inspeção, que deve ser liderado por um engenheiro.

Cada grupo de inspeção será composto por equipes, que estarão sob a supervisão de um auxiliar direto do engenheiro, designado por "auxiliar do grupo".

Quando necessário, haverá no grupo controladores de tráfego.

Cada equipe de inspeção deverá ter um chefe e dois auxiliares.

O auxiliar do grupo e os chefes de equipe deverão estar familiarizados com os procedimentos e critérios definidos nesta Norma, bem como capacitados a identificar e classificar os diversos tipos de defeitos.

O chefe da equipe de inspeção deverá estar apto a conduzir a inspeção das amostras, levantando e lançando nos modelos próprios todos os dados necessários à avaliação.

6.2 Materiais

Cada equipe deverá dispor de:

- a) material de limpeza: escova de aço, vassouras, solventes etc.
- b) material de identificação: tinta, giz, lápis cera etc.
- c) instrumentos de medidas: trena, régua, esquadro milimetrado, nível etc.

Quando houver controladores de tráfego, o grupo deverá dispor de equipamentos apropriados de sinalização e de bloqueio ou desvio do tráfego.

Cada grupo deverá dispor de uma viatura e de máquinas fotográficas, pois os defeitos que mereçam

uma avaliação mais precisa, a ser feita no escritório, devem ser fotografados.

Os defeitos que forem fotografados devem ser realçados com a utilização de corantes, para melhor definição de suas características.

6.3 Cadastro documental

Sempre que possível, deve-se observar o disposto no cadastro documental do trecho em inspeção (ver Anexo H).

7 Disposições finais

As inspeções deverão ser executadas durante o período diurno, para aproveitar a luz solar.

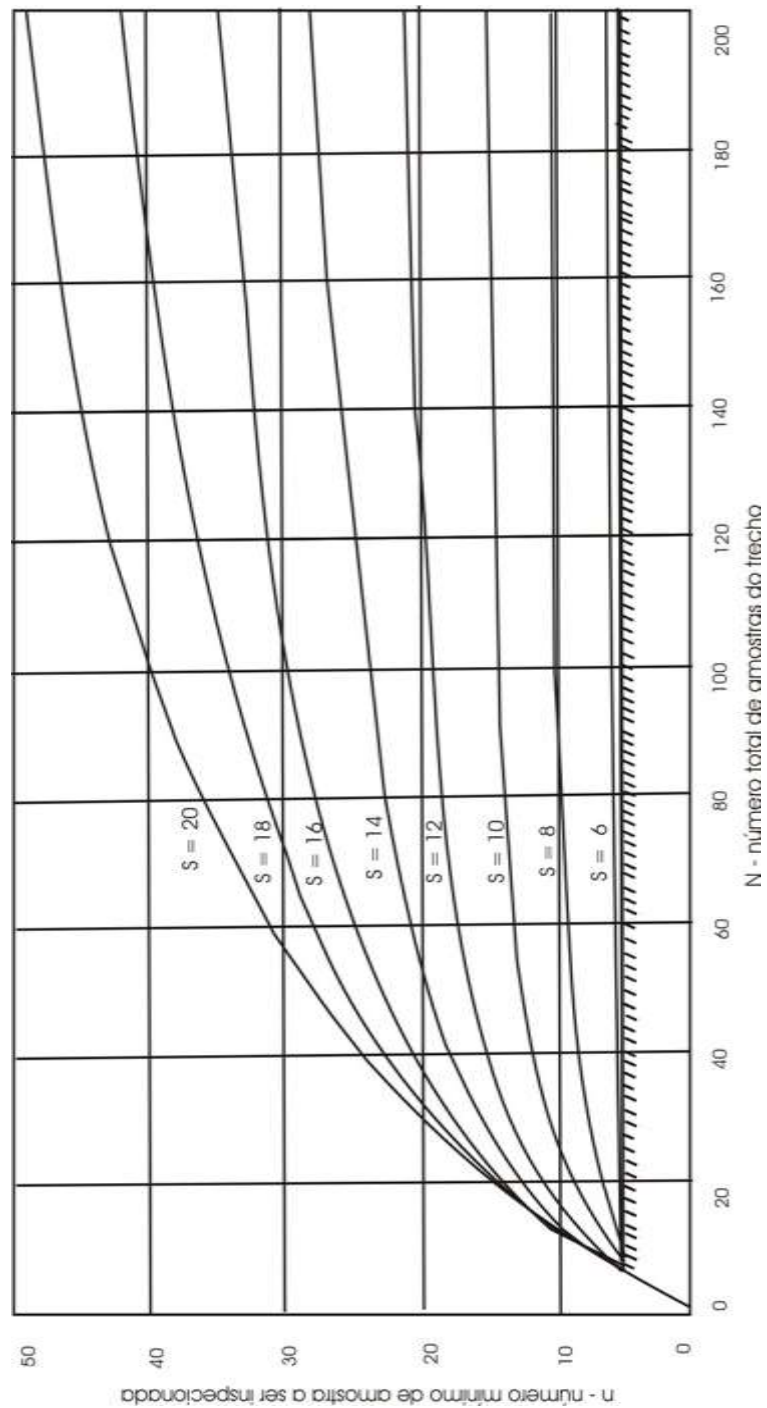
O controle e a segurança do tráfego e do pessoal deverão ser feitos pelos órgãos responsáveis pela operação da rodovia.

Por ocasião do reconhecimento do trecho, deverão ser consideradas eventuais informações prestadas pela população local ou por motoristas que conheçam a rodovia.

_____/Anexo A

Anexo A (normativo)

Determinação do número mínimo de amostras (n)
($e = \pm 5$) (Ref – CERL)



Anexo B (normativo)

Método de amostragem sistemática

No método de amostragem sistemática, as amostras são selecionadas com um espaçamento constante, sendo que apenas a primeira amostra (amostra inicial) é determinada aleatoriamente.

O valor do espaçamento (i) é obtido pela relação " N/n ", aproximando-se o resultado para o número inteiro imediatamente inferior, onde :

N = total de amostras contidas no trecho;

n = número de amostras a serem inspecionadas.

A amostra inicial é determinada aleatoriamente no intervalo $[1:i]$; as demais amostras são obtidas pelo acréscimo sucessivo do valor " i ".

Exemplo prático:

Considera-se um trecho com 25 amostras numeradas:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Ao entrar no gráfico do Anexo A, com $N=25$ e admitindo-se um desvio padrão $S=10$, encontra-se para " n " o valor igual a 10.

O procedimento subsequente é o seguinte:

- a) Inicialmente determina-se o valor do espaçamento (i) entre as amostras. O valor de (i) é igual ao número inteiro imediatamente anterior ao resultado obtido de N/n .

Assim, tem-se:

$$\frac{N}{n} = \frac{25}{10} = 2,5 \therefore i = 2$$

- b) Obtêm-se aleatoriamente, no intervalo $[1:i]$, a amostra inicial.

No trecho considerado escolheu-se, aleatoriamente, a amostra nº 2 do intervalo $[1,2]$.

Por último, partindo-se da amostra inicial (nº 2) chega-se às demais, acrescentando-se sucessivamente, o valor de $i=2$.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Desta forma selecionou-se um número de amostras superior a 10, distribuídas ao longo de todo o trecho a ser inspecionado, o que garante representatividade à amostragem.

_____ /Anexo C

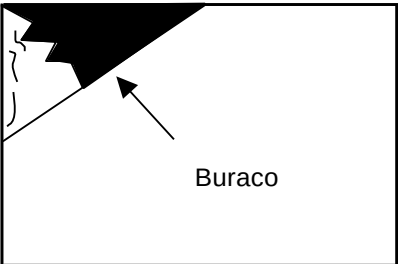
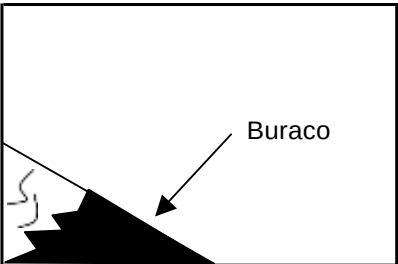
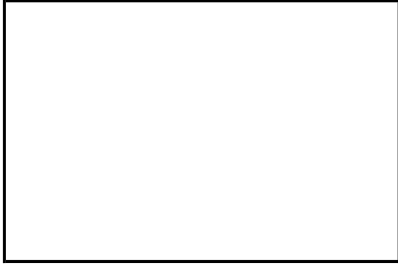
Anexo C (normativo)

Informações complementares - Modelo circular de inspeção

CROQUIS	DESCRIÇÕES / DETALHAMENTO / OBSERVAÇÕES
	PLACA (,) - DEFEITO :
	PLACA (,) - DEFEITO :
	PLACA (,) - DEFEITO :
	PLACA (,) - DEFEITO :
	PLACA (,) - DEFEITO :

Anexo D (normativo)

Informações complementares

	PLACA (3,2) - DEFEITO : <u>Buraco</u> Provavelmente causado pela fissura de canto. A área entre a fissura e as juntas, que não está esburacada, encontr-se totalmenmte fissurada.
	PLACA (6,2) - DEFEITO : <u>Buraco</u> A mesma observação da placa (3,2)
	PLACA (1,2) - DEFEITO : <u>Placa bailarina</u> Deslocamento vertical de aproximadamente mm. Provavelmente causado por alguma falha no suporte da fundação, aliada à ação do tráfego.
	PLACA (4,2) - DEFEITO : <u>Fissura de canto</u> Tanto nessa placa como na (5,2), o defeito apresenta grau de severidade baixo. É pouco provável que venham a ocorrer buracos como nas placas (3,2) e (6,2).
	PLACA (1,2) - DEFEITO : <u>Fissura de retração plástica</u> Tanto nessa placa como na (2,3), as fissuras apresentam comprimento que não ultrapassam a 20 cm.

Anexo E (normativo)

Graus de severidade e critérios para a contagem dos defeitos.

1 Defeito: Alçamento de placa (Blow-up)

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 Defeito: Fissuras de Canto

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 Defeito: Placa Dividida

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 Defeito: Escalonamento ou Degrau nas Juntas

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

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

- 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 Defeito: Defeito na Selagem das Juntas

- 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 Defeito: Desnível Pavimento - Acostamento

- 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 Defeito: Fissuras Lineares:**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 grau 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 grau médio de severidade, a placa é registrada como tendo uma fissura de alto grau de severidade.

8 Defeito: Grandes Reparos (área > 0,45m²)**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 Defeito: Pequenos Reparos (Área ≤ 0,45m²)**a) Grau de Severidade:**

- Baixo (B): reparo com bom desempenho, com pouca ou nenhuma deterioração;
- Médio (M): reparo parcialmente deteriorado podendo, com esforço ser removido;
- Alto (A): reparo deteriorado, necessitando de imediata substituição.

b) Contagem:

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

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

10 Defeito: Desgaste Superficial

- 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.

11 Defeito: Bombeamento

- 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.

12 Defeito: Quebras Localizadas (Punchou)

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.

13 Defeito: Passagem de Nível

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.

14 Defeito: Fissuras Superficiais (rendilhado) e Escamação

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.

15 Defeito: Fissuras de Retração Plástica

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.

16 Defeito Esborcinamento ou Quebra de Canto

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 conta-se 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

17 Defeito: Esborcinamento de Juntas

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
Soltas – 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.

18 Defeito: Placa Bailarina

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.

19 Defeito : Assentamento

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.

20 Defeito: Buracos

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.

_____/Anexo F

Anexo F (normativo)

Instruções para o preenchimento da ficha de inspeções

1 Disposições Iniciais

Tendo em vista que a avaliação da condição estrutural de um pavimento é baseada em dados levantados na inspeção, é necessário que estes dados sejam claros, corretos, precisamente catalogados e que encerrem em si o maior número de informações possível.

O modelo da Ficha de Inspeção permite ao chefe da equipe de inspeção o lançamento de qualquer tipo de informação (observações, croquis, fotos etc.) que facilite a avaliação.

2 Ficha de inspeção

2.1 Modelo da ficha de inspeção

Esta ficha possui 3 páginas.

A primeira é destinada ao lançamento dos defeitos das placas de uma amostra.

A segunda para o registro específico de dados referentes a defeitos atípicos e aos seguintes defeitos:

- assentamento
- buracos
- defeito na selagem das juntas
- desgaste superficial

A terceira se destina para o lançamento de informações complementares.

2.2 Preenchimento da ficha

No que se refere ao “defeito na selagem das juntas”, só deverão ser lançados na página 1 os graus de severidade.

Para os defeitos “desgaste superficial”, “bombeamento” e “fissuras de retração plástica”, só serão lançados os números de placas afetadas.

2.3 Número de páginas

Deverão compor a Ficha de Inspeção tantos exemplares de páginas do modelo quantos forem necessários.

2.4 Anexos

Sempre que o chefe da equipe de inspeção julgar conveniente, deverão ser anexadas à Ficha de Inspeção fotografias e pequenas amostras de material. Quando houver mais de um anexo, eles deverão, ser numerados.

2.5 Campo para avaliação

Os campos constantes da página 1, assinalados com um asterisco, serão utilizados pelos avaliadores, não devendo portanto, ser preenchidos.

3 Disposições finais

3.1 Identificação da amostra

Para efeito de preenchimento da Ficha de Inspeção, as placas da amostra inspecionadas serão identificadas por coordenadas, constantes da página 1.

3.2 Cuidados nos preenchimentos das fichas

As fichas devem ser preenchidas de modo legível e ser mantidas em bom estado de conservação.

4 Apêndices

I - Modelo da Ficha de Inspeção.

II - Ficha de Inspeção Preenchida (exemplo)

_____ /Anexo G

Ficha de inspeção

BR:	TRECHO:	DATA

Nº PÁGINAS: Nº DE ANEXOS: CHEFE DA EQUIPE:

ASSINATURA DO ENGº RESPONSÁVEL:

/Anexo H

Anexo H (normativo)

Ficha de inspeção preenchida (exemplo)

1 Defeitos na selagem das juntas (5)

Se forem atribuídos graus de severidade Médio (M) ou Alto (A), indicar :

- a) Qual(is) tipo(s) de avarias / Assinalar com um X :
- rompimento ()
 - extrusão do material ()
 - crescimento de vegetação ()
 - falta de aderência ()
 - falta de material (X)
 - endurecimento ()
- b) Qual(is) a(s) causa(s) provável(is) das avarias ? Assinale com um X:
- material selante inadequado ()
 - execução das juntas inadequada (X)
- c) Foram anexadas amostras do material selante? SIM_ X___NÃO_____

2 Desgaste superficial (10)

Se forem observados desgastes superficiais no pavimento, indicar:

- a) Qual(is) a(s) causa(s) provável(is) da avaria? Assinalar com um X:
- solicitação intensa do tráfego (X)
 - concreto de baixa qualidade ()
 - agregados sujos ()
- b) Foram anexadas amostras da argamassa superficial? SIM_ X___NÃO_____

3 Assentamento (19)

Se for observado assentamento indicar:

- a) Qual o grau de severidade: Baixo (X) Médio () Alto ()
- b) Há possibilidade do assentamento ser a causa de alguns dos defeitos levantados? Sim() Não(X) Em caso afirmativo :
- que defeitos ? _____
 - em que placas ? _____

4 Buracos (20)

Se forem observados buracos, indicar:

- a) Em que placas?
- b) Provavelmente, tiveram origem em que tipo de defeitos?
- c) Há indícios de uso de concreto de baixa qualidade?

5 Defeitos atípicos

Se a amostra for classificada como adicional, indicar:

- a) Que tipos de defeitos atípicos foram detectados no trecho e em quais placas?
- b) Quais as prováveis causas?
- c) Os defeitos comprometem as condições de conforto e de segurança de rolamento?
- d) Foram anexadas fotografias?

_____ /Anexo J

Anexo J (normativo)

Ficha de inspeção - Exemplo

PAVIMENTO : RODOVIA SP - 4 TRECHO: 1 (Km 20 - Km 22) DATA 10 / 10 / 80AMOSTRA ADICIONAL? (SIM) (NÃO) AMOSTRA Nº --- MEDIDA / PLACA (m) 3,8 X 6,0Nº PÁGINAS : 3 Nº DE ANEXOS : 4 CHEFE DA EQUIPE : FAUSTOASSINATURA 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				
1	18 B			VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO (VDC)				
IPC = 100 - VDC = _____ CONCEITO _____								

_____/Índice geral

Índice Geral

Abstract.....	1	Disposições finais	7.....	5
Anexo A (normativo) Determinação do número mínimo de amostras (n).....	6	Execução	5.3.2.....	3
Anexo B (normativo) Método de Amostragem Sistemática.....	7	Grau de severidade do defeito	3.1.....	2
Anexo C (normativo) Informações complementares - Modelo circular de inspeção.....	8	Índice de condição do pavimento (ICP)	3.2.....	2
Anexo D (normativo) Informações complementares	9	Índice Geral		22
Anexo E (normativo) Graus de severidade e critérios para a contagem dos defeitos	10	Inspeção em todo o trecho	5.2.1.....	3
Anexo F (normativo) Instruções para preenchimento da ficha de inspeção	16	Inspeção por amostragem	5.2.2.....	3
Anexo G (normativo) Ficha de inspeção	18	Levantamento de defeitos atípicos	5.3.3.....	4
Anexo H (normativo) Ficha de inspeção preenchida - exemplo	19	Levantamento dos defeitos visíveis	5.3.....	3
Anexo J (normativo) Ficha de inspeção - exemplo	21	Materiais	6.2.....	4
Atribuição	5.1.1	Meios necessários	6.....	4
Cadastro documental	6.3	Objetivo	1.....	1
Catologação dos dados coletados na inspeção	5.4	Pessoal	6.1.....	4
Condições específicas	5	Prefácio		1
Condições gerais	4	Preparação do trecho para a inspeção	5.1.3.....	2
Crítérios	5.1.2	Providências preliminares	5.3.1.....	3
Definição dos trechos da rodovia	5.1	Referência bibliográfica	2.2.....	2
Definições	3	Referência normativa	2.1.....	2
Determinação do número mínimo de amostras	5.2.3	Referências normativas e bibliográficas	2.....	2
Determinação do tipo de inspeção	5.2	Resumo		1
		Seleção de amostras	5.2.4.....	3
		Sumário		1

ANEXO C – NORMA DNIT 062/2004 – PRO



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-
ESTRUTURA DE TRANSPORTES

DIRETORIA DE PLANEJAMENTO E
PESQUISA

INSTITUTO DE PESQUISAS
RODOVIÁRIAS

Rodovia Presidente Dutra, km 163
Centro Rodoviário – Vigário Geral
Rio de Janeiro – RJ – CEP 21240-330
Tel/fax: (0xx21) 3371-5888

NORMA DNIT 062/2004 - PRO

Pavimento rígido - Avaliação objetiva - Procedimento

Autor: Diretoria de Planejamento e Pesquisa / IPR

Processo: 50.600.004.558/2003-24

Aprovação pela Diretoria Executiva do DNIT na reunião de 25 / 11 / 2004

Direitos autorais exclusivos do DNIT, sendo permitida reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte (DNIT), mantido o texto original e não acrescentado nenhum tipo de propaganda comercial.

Palavras-chave:

Pavimento rígido, avaliação subjetiva

**Nº total de
páginas**
29

Resumo

Esta Norma define e fixa os procedimentos que devem ser adotados para a avaliação objetiva de pavimentos rígidos, quanto ao conforto e suavidade ao rolamento. Descreve as condições gerais e específicas para a avaliação, para o cálculo do Índice de Correção do Pavimento-ICP, e para a forma de atribuição dos Conceitos do Pavimento.

Abstract

This document defines and establishes the procedures for the objective evaluation of rigid pavements with regard to the ease and smoothness of the movement. It describes the general and specific conditions for the evaluation, for the estimation of the ICP (Road Correctness Index) and for ascribing "marks" to the quality of the pavement at issue.

Sumário

Prefácio	1
1 Objetivo	1
2 Referências normativas.....	1
3 Definições	2
4 Condições gerais.....	2
5 Condições específicas	2
6 Disposições finais.....	3

Anexo A (Normativo) -

Instruções para o cálculo dos ICP 4

Anexo B (Normativa) -

Escala de avaliação do ICP..... 28

Índice geral..... 29

Prefácio

A presente Norma foi preparada pela Diretoria de Planejamento e Pesquisa, para avaliação subjetiva de pavimentos rígidos de forma a atribuir conceitos ao pavimento inspecionado quanto ao conforto e suavidade do pavimento. Está baseada na Norma DNIT 001/2002 – PRO.

1 Objetivo

Esta Norma tem por objetivo estabelecer os procedimentos e critérios para a avaliação objetiva de pavimentos rígidos (concreto de cimento), de acordo com a metodologia desenvolvida pela U.S. Army Construction Engineering Research Laboratory (CERL).

2 Referências normativas e bibliográficas

Os documentos relacionados neste item serviram de base à elaboração desta Norma e contém disposições que, ao serem citadas no texto, se tornam parte integrante desta Norma. As edições apresentadas são as que estavam em vigor na data desta publicação,

recomendando-se que sempre sejam consideradas as edições mais recentes, se houver.

2.1 Referências normativas

- a) DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. *DNIT 060/2004 - PRO: pavimento rígido - inspeção: procedimento*. Rio de Janeiro: IPR, 2004.
- b) _____. *DNIT 061/2004 – PRO : pavimento rígido - defeitos: terminologia*. Rio de Janeiro: IPR, 2004.

2.2 Referências bibliográficas

SHAHIN, M. Y., KOHN, S. D. Development of a pavement condition rating procedure for roads, street, and parking lots. Champaign, Ill: CERL , 1979. 2v.

3 Definições

3.1 Avaliação objetiva

Consiste em uma avaliação da condição estrutural do pavimento baseada na determinação do ICP "Índice de Condição do pavimento".

3.2 Índice de Condição do Pavimento (ICP)

Medida da condição estrutural do pavimento, capaz de fornecer ao engenheiro de pavimentação informações para a verificação das condições da rodovia e para o estabelecimento de políticas de manutenção, prevenção e de recuperação.

4 Condições gerais

A avaliação dos dados obtidos na inspeção de trechos de uma rodovia, conjugada com a análise das informações do cadastro documental dessa rodovia, possibilita que se determine a condição estrutural e o comportamento da pavimentação rígida dos trechos, bem como as prováveis causas de seus defeitos.

As seguintes fases constam da avaliação objetiva de pavimentos rígidos:

- a) análise dos dados obtidos em inspeção;
- b) cálculo dos Índices de Condição do Pavimento (ICP);
- c) atribuição de conceitos;
- d) análise do cadastro documental;
- e) emissão de laudo.

5 Condições específicas

As fases para a avaliação objetiva de pavimentos rígidos são:

5.1 Análise dos dados obtidos na inspeção

O engenheiro responsável pela avaliação analisará os dados constantes na Ficha de Inspeção, referentes a cada uma das amostras inspecionadas. Especial atenção deverá ser dada ao material anexado as Fichas: fotografias, amostras de material, etc.

5.2 Cálculo de índices de condição do pavimento

Nesta fase, o avaliador deverá:

- a) Calcular o ICP de cada amostra inspecionada (Ver anexo A);
- b) Calcular o ICP do trecho considerado (Ver anexo A).

5.3 Atribuição de conceitos

O avaliador atribuirá a cada uma das amostras e ao trecho um conceito, que será função do ICP calculado (Ver anexo B).

5.4 Análise do cadastro documental

Nesta fase, o avaliador procederá ao levantamento histórico da rodovia, de modo a obter o maior número de informações possível sobre:

- a) Dados de projeto;
- b) Dados de construção;
- c) Dados de operação;
- d) Dados de reparação e reforço.

5.5 Emissão de laudo

Ao ingressar nesta fase, além do conceito atribuído em função dos ICP, o avaliador deverá ter formulado um diagnóstico do trecho, no que se refere à condição estrutural e ao comportamento da pavimentação.

Esse diagnóstico é elaborado em função das análises procedidas nas fases 5.1 a 5.4 da avaliação, devendo constar do laudo:

- a) Parecer sobre a condição geral da estrutura e do comportamento da pavimentação avaliada (integridade, capacidade e regularidade superficial; resistência à derrapagem; potencial de hidroplanagem, etc);
- b) Conceito atribuído à pavimentação;
- c) Informações específicas sobre:
 - o estado geral das juntas e do material selante,
 - defeitos atípicos detectados
 - eventuais desgastes superficiais, assentamentos e buracos;
- d) Sugestão, quando for o caso, para a alteração do conceito atribuído por cálculo, tendo em vista fatos constatados nas análises procedidas nas fases 5.1 a 5.4 da avaliação do pavimento;
- e) Prováveis causas dos defeitos observados no trecho;

- f) Descrição do estado das amostras que merecem atenção especial, por terem obtido conceitos baixos ($ICP \leq 40$);
- g) As fichas de inspeção como anexos;
- h) A assinatura do avaliador e data.

6 Disposições finais

O avaliador deverá preencher todos os campos das Fichas de Inspeção assinalados com asteriscos e atribuir os conceitos.

Deverá ser determinado o desvio padrão (S) dos valores dos Índices de Condição do Pavimento (ICP) e recalculado o número mínimo necessário de amostras inspecionadas (n), para avaliação da necessidade de inspeção em novas amostras, de acordo com a expressão:

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

em que:

N = número total de amostras contidas no trecho;

S = desvio padrão

e = erro admitido quando da inspeção.

Um exemplar do laudo passará a compor o cadastro documental da rodovia.

_____/Anexo A

Anexo A (Normativo)

Instruções para o cálculo dos ICP

1 Disposições iniciais

Para se calcular o ICP de uma amostra, subtrai-se de 100 (que é o valor do ICP, quando não há nenhum defeito visível na amostra), um somatório de "valores deduzíveis" (CVD), que é função dos tipos dos graus de severidade e das densidades de defeitos das placas defeituosas visíveis registradas na Ficha de Inspeção da amostra, conforme item 5 deste Anexo.

Antes de ser subtraído, deve esse somatório ser corrigido (VDC), de acordo com o número de valores deduzíveis e sua influência na condição estrutural do pavimento.

Desta forma, tem-se o seguinte modelo matemático:

$$ICP = 100 - \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{m_i} A(T_i, S_j, D_{ij}) F(t, q)$$

em que:

ICP = Índice de Condição do Pavimento;

A = valor deduzível, dependente do tipo do defeito (T_i), do grau de severidade (S_j) e da densidade de defeitos (D_{ij});

i = contador para tipos de defeitos;

j = contador para graus de severidade;

p = número total de placas defeituosas;

m_i = número de graus de severidade para o tipo de defeito;

$F(t, q)$ = uma função de ajustamento para defeitos múltiplos que varia com o valor deduzível somado (t) e o número de deduções (q).

2 Cálculo prático do ICP de uma amostra

Para calcular o ICP, o avaliador deve:

- obter os valores deduzíveis nas curvas constantes deste Anexo;
- somar os valores deduzíveis obtidos nas curvas;
- corrigir o somatório dos valores deduzíveis obtendo o VDC. Para isso, o avaliador deverá utilizar o gráfico do item 7 deste Anexo;
- por último, chegar ao valor do ICP, por meio da seguinte subtração: 100-VDC.

3 Cálculo do ICP de um trecho

Se o tipo de inspeção utilizado for o "Inspeção em todo o trecho", o valor do ICP do trecho será a média aritmética dos valores dos ICP obtidos para as amostras.

Se a inspeção no trecho for por amostragem, podem ocorrer dois casos:

- não há amostras adicionais. Nesse caso, o valor do ICP do trecho será a média aritmética dos ICP obtidos para amostras;
- há amostras adicionais inspecionadas. O ICP do trecho será obtido por meio da seguinte fórmula:

$$ICP_t = \frac{N - A}{N} ICP_1 + \frac{A}{N} ICP_2$$

em que:

ICPt = ICP do trecho;

ICP1 = ICP médio das amostras aleatórias;

ICP2 = ICP médio das amostras adicionais;

N = número total de amostras do trecho;

A = número de amostras adicionais inspecionadas.

4 Disposições finais

O cálculo do ICP é calcado nas informações contidas na Ficha de Inspeção. O avaliador, após analisar todas as informações fornecidas pela inspeção visual e pelo cadastro documental da rodovia, poderá discordar do conceito atribuído ao trecho, em função do ICP calculado. Por ser uma avaliação objetiva, prevalecerá o conceito com base no cálculo. Nesse caso o avaliador fará constar no laudo da avaliação sugestão para alteração do conceito, devidamente consubstanciada.

5 Ficha de inspeção - exemplo

PAVIMENTO : RODOVIA SP - 41 TRECHO: 1 (Km 20 - Km 22) DATA 10 / 10 / 80AMOSTRA ADICIONAL? (SIM) (NÃO) AMOSTRA Nº --- MEDIDA / PLACA (m) 3,8 X 6,0Nº PÁGINAS : 3 Nº DE ANEXOS : 4 CHEFE DA EQUIPE : FAUSTOASSINATURA DO ENGº RESPONSÁVEL : J. C. F.

				TIPOS DE DEFEITOS (VER DNIT 061/2004 - TER)				
10	10	15		1 . Alçamento de placas	10 . Desgaste superficial			
				2 . Fissura de canto	11 . Bombeamento			
				3 . Placa dividida	12 . Quebras localizadas			
9	10			4 . Degrau de junta	13 . Passagem de nível			
				5 . Defeito na selagem das juntas	14 . Rendilhado e escamação			
				6 . Desnível pavimento-acostamento	15 . Fissuras de retração plástica			
8	10			7 . Fissuras lineares	16 . Quebra de canto			
				8 . Grandes reparos	17 . Esborcinamento de juntas			
				9 . Pequenos reparos	18 . Placa bailarina			
				TIPOS DE DEFEITOS	GRAUS DE SEVERIDADE	Nº DE PLACAS AFETADAS	% DE PLACAS AFETADAS ¹	VALOR DEDUZÍVEL
7	1B 13 M 10	1 B 13 M		5	M			4
				10		10	50	8
6	1B 13 M 2 A 10	1 B 13 M		11		2	10	6
				15		2	10	-
				1	B	4	20	15
5	11 2 B 10	11		2	B	2	10	10
				2	A	2	10	23
				13	M	4	20	29
4	2 B 10			18	B	1	5	2
3	2 A 10							
2	10	15		VALOR DEDUZÍVEL TOTAL				97
				VALOR DEDUZÍVEL CORRIGIDO (VDC) ²				48
1	18 B 10			IPC = 100 - VDC = <u>52</u> CONCEITO <u>RAZOÁVEL</u> *				
1	2	3	4					

(1) Calculada em relação ao número total de placas da amostra, que de preferência, deve ser igual a 20.

(2) O fator "q" refere-se ao numero de valores dedutíveis, correspondente à cada tipo de defeito, maior que 5. No exemplo em questão, o valor de "q" é igual a 6.

5.1 Informações complementares à ficha de inspeção**5.1.1 Defeitos na selagem das juntas (5)**

Se atribuídos graus de severidade Médio (M) ou Alto (A), indique:

- a) Qual(ais) tipo(s) de avarias? Assinale com X: Rompimento (); extrusão do material (); crescimento de vegetação (); falta de aderência (); falta de material (X); endurecimento ().
- b) Qual(ais) a(s) causa(s) provável(is) das avarias? Assinale com X: material selante inadequado (); execução das juntas inadequada (X).
- c) Foram anexadas amostras do material selante? _____ Sim _____

5.1.2 Desgaste superficial (10)

Se observados desgastes superficiais no pavimento indique:

- a) Qual(ais) a(s) causa(s) provável(is) da avaria? Assinale com X: solicitação intensa do tráfego (X); concreto de baixa qualidade (); agregados sujos ().
- b) Foram anexadas amostras da argamassa superficial? _____ Sim _____

5.1.3 Defeitos não deduzíveis (ver DNIT 061/2004 – TER)**5131 Assentamento (19)**

Se observado assentamento, indique:

- a) Qual o grau de severidade? _____ Baixo (B)
- b) Há possibilidade do assentamento ser a causa de algum dos defeitos levantados? _____ Não _____. Caso afirmativo, que defeitos? _____ -- --. Em que placas? _____ -- --.

5132 Buracos (20)

Se observados buracos, indique:

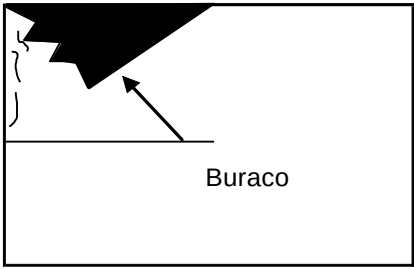
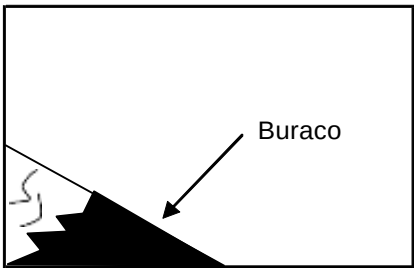
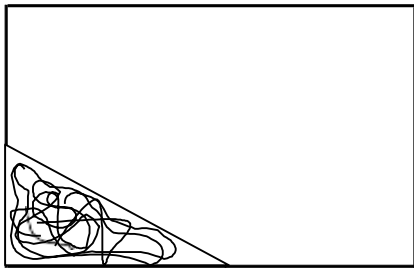
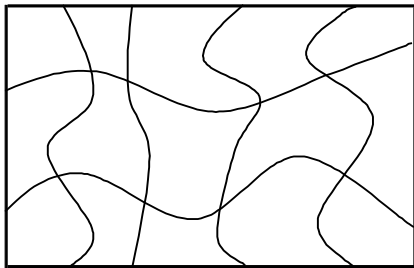
- a) Em que placas? _____ (3,2) e (6,2) _____.
- b) Provavelmente, tiveram origem em que tipo de defeitos? _____ Fissuras de canto _____.
- c) Há indícios de uso de concreto de baixa qualidade? _____ Não _____.

5133 Defeitos atípicos

Se a amostra tiver sido classificada como adicional, indique:

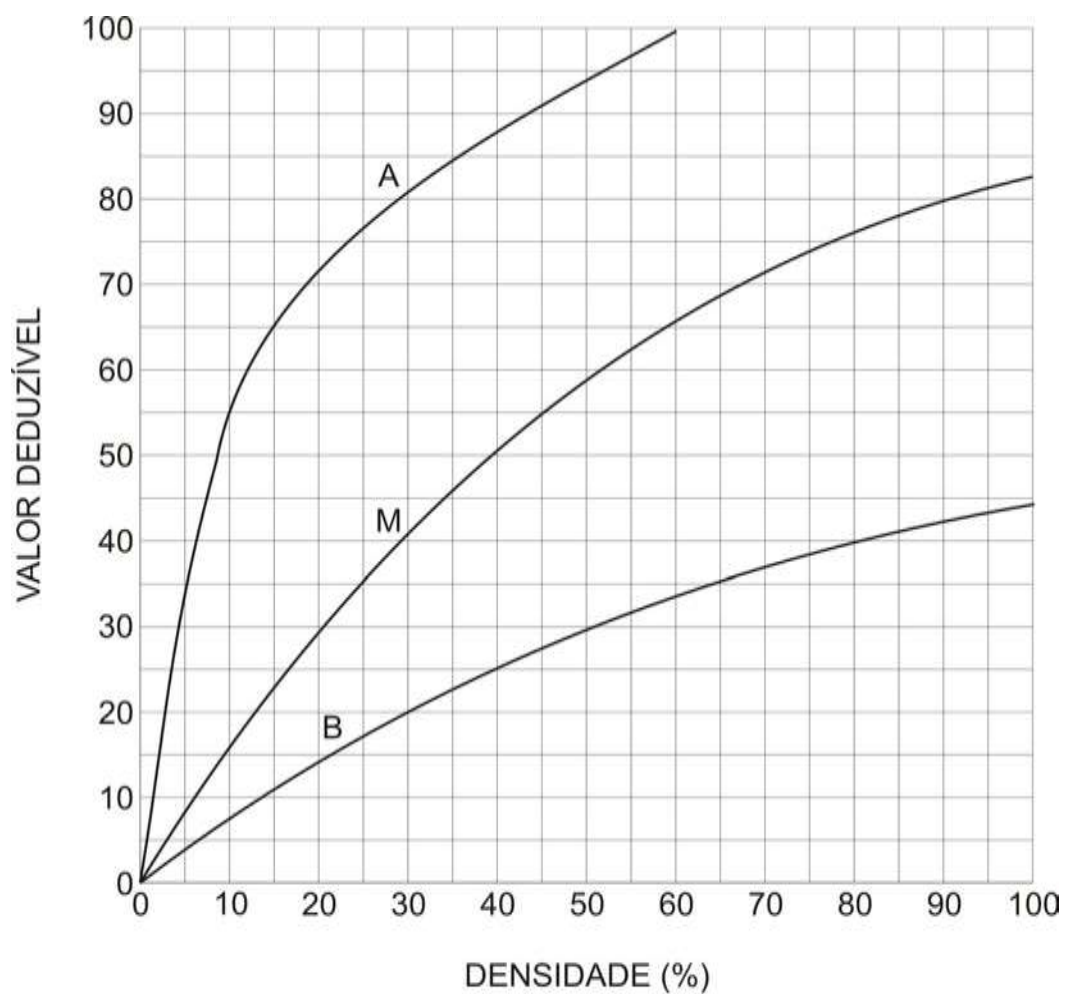
- a) Que tipos de defeitos atípicos foram detectados no trecho? E em que placas? Alçamento de placas e passagem de nível nas placas (6,2), (6,3), (7,2), (7,3) _____.
- b) Quais as prováveis causas? Encontro com estrutura de ponte e trilhos de ferrovias que cortam a amostra _____.
- c) Os defeitos comprometem as condições de conforto e de segurança de rolamento? _____ Não _____.
- d) Foram anexadas fotografias? _____ Sim, duas _____.

5.2 Informações complementares - exemplo

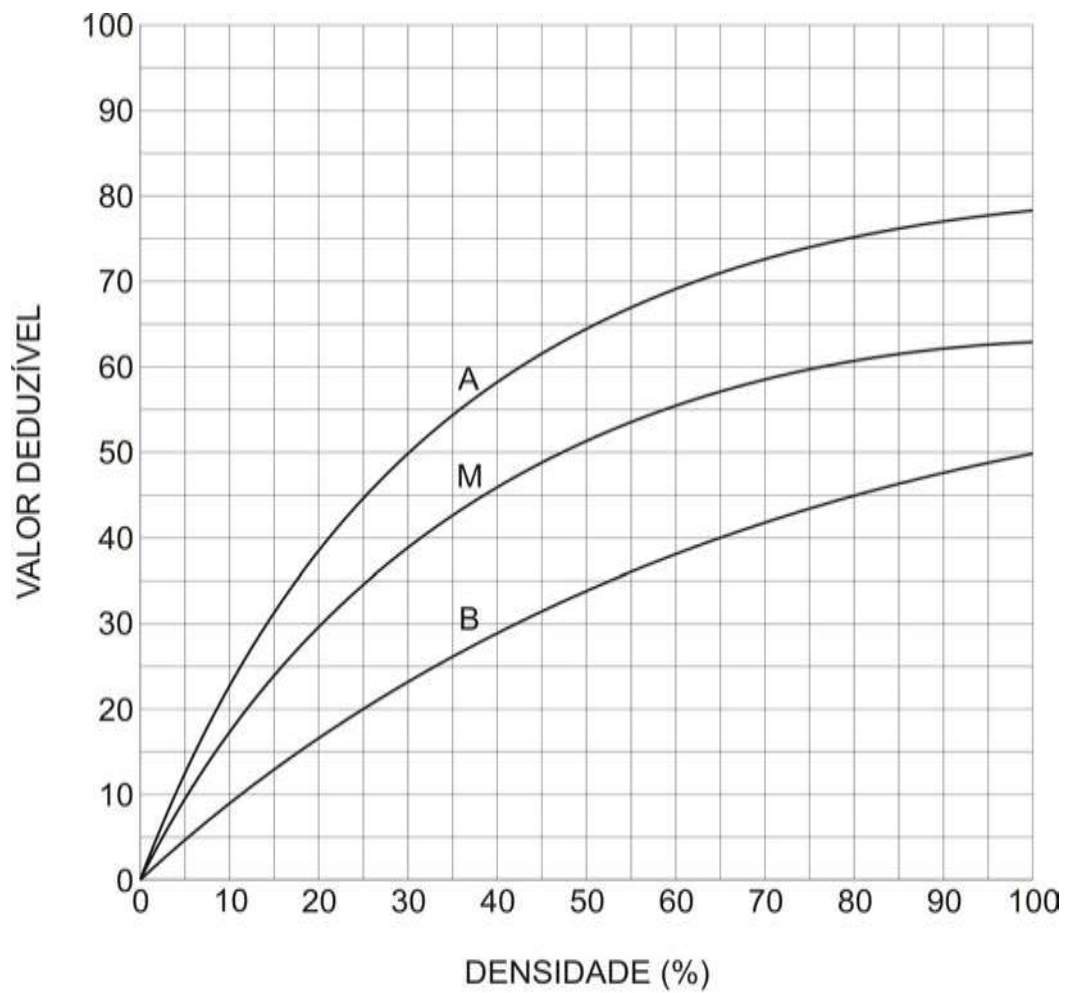
CROQUIS	DESCRIÇÕES / DETALHAMENTO / OBSERVAÇÕES
	PLACA (3,2) - DEFEITO : <u>Buraco</u> Provavelmente causado pela fissura de canto. A área entre a fissura e as juntas, que não está esburacada, encontr-se totalmenmte fissurada.
	PLACA (6,2) - DEFEITO : <u>Buraco</u> A mesma observação da placa (3,2)
	PLACA (1,2) - DEFEITO : <u>Placa bailarina</u> Deslocamento vertical de toda a placa com aproximadamente mm. Provavelmente causado por alguma falha no suporte da fundação, aliada à ação do tráfego.
	PLACA (4,2) - DEFEITO : <u>Fissura de canto</u> Tanto nessa placa como na (5,2), o defeito apresenta grau de severidade baixo. É pouco provável que venham a ocorrer buracos como nas placas (3,2) e (6,2).
	PLACA (1,2) - DEFEITO : <u>Fissura de retração plástica</u> Tanto nessa placa como na (2,3), as fissuras apresentam comprimento que não ultrapassam a 20 cm.

6 Curvas para a determinação de valores deduzíveis dos defeitos

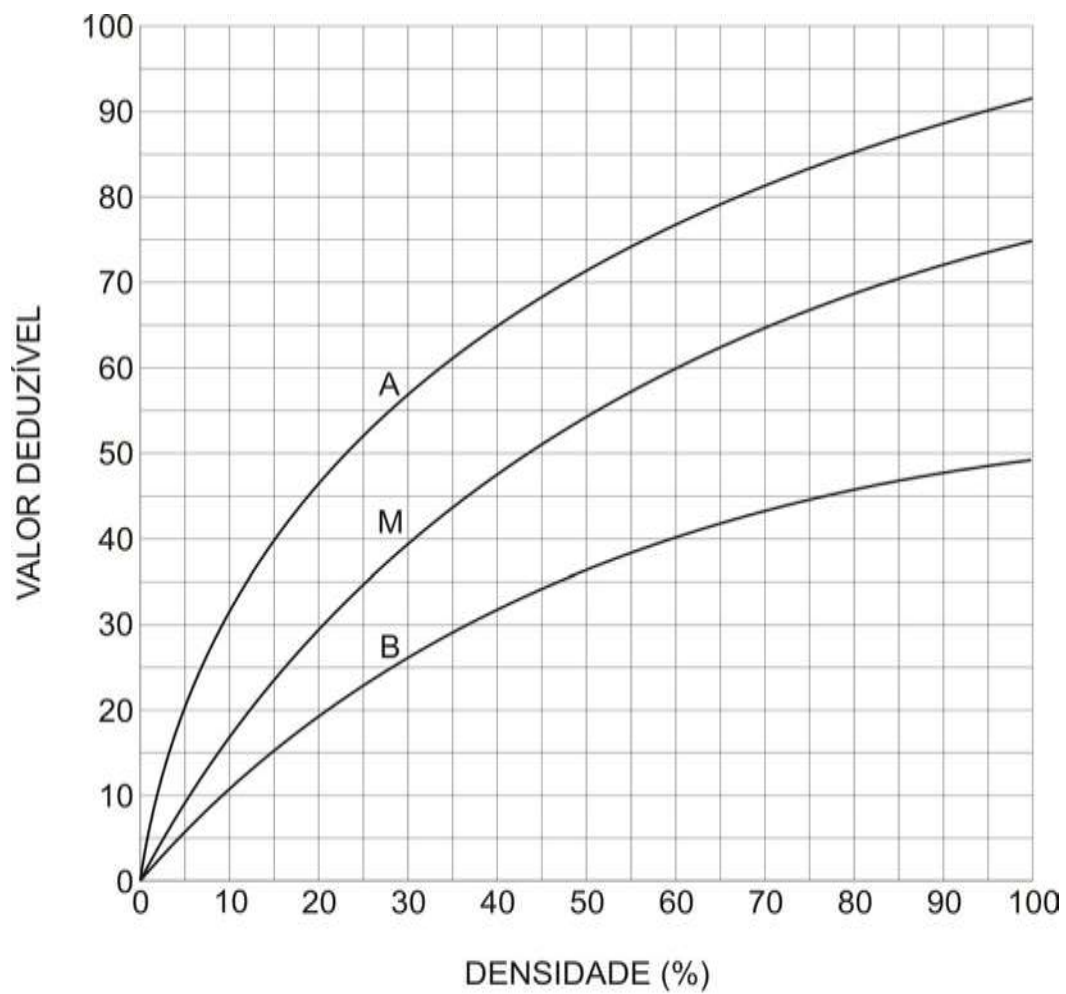
6.1 Alçamento de placas



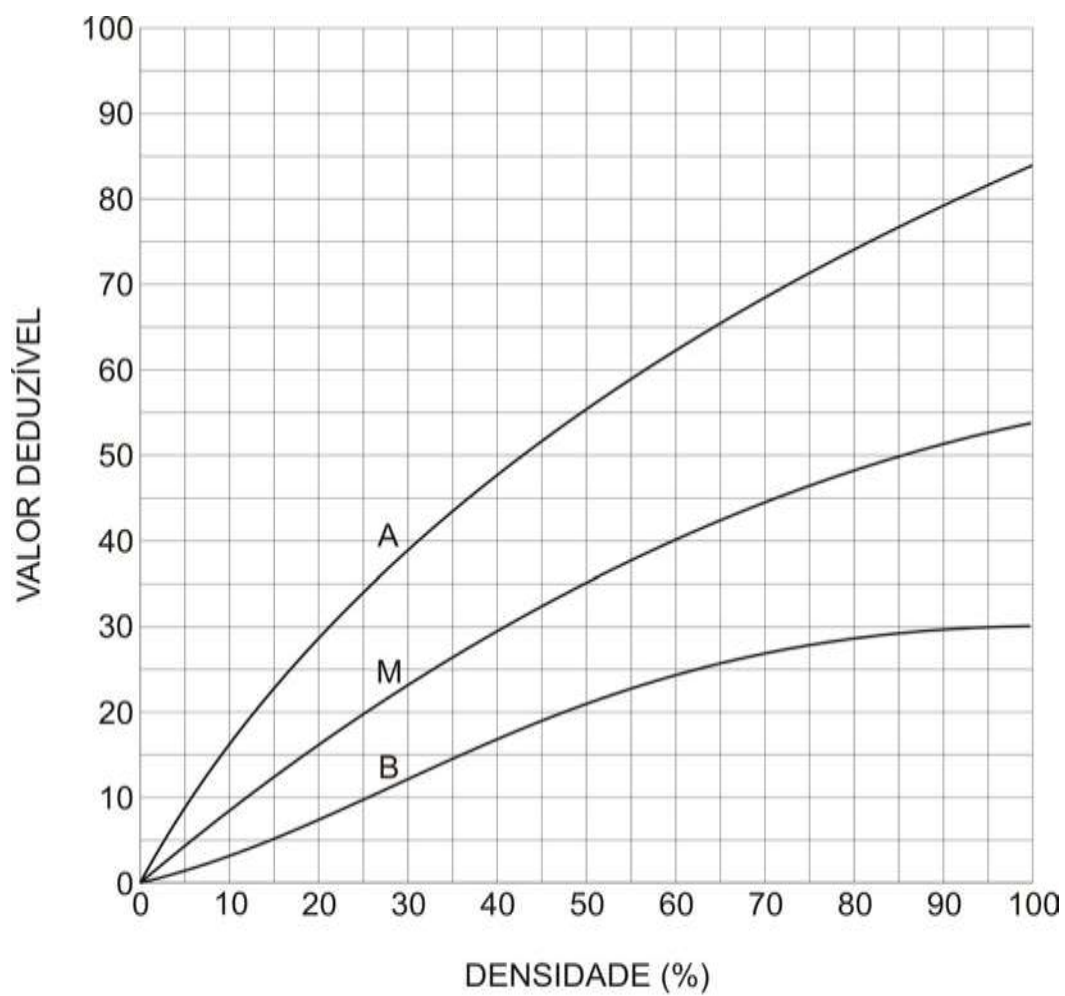
Fonte: CERL (1979)

6.2 Fissura de canto

Fonte: CERL (1979)

6.3 Placa dividida (rompida)

Fonte: CERL (1979)

6.4 Escalonamento ou degrau

Fonte: CERL (1979)

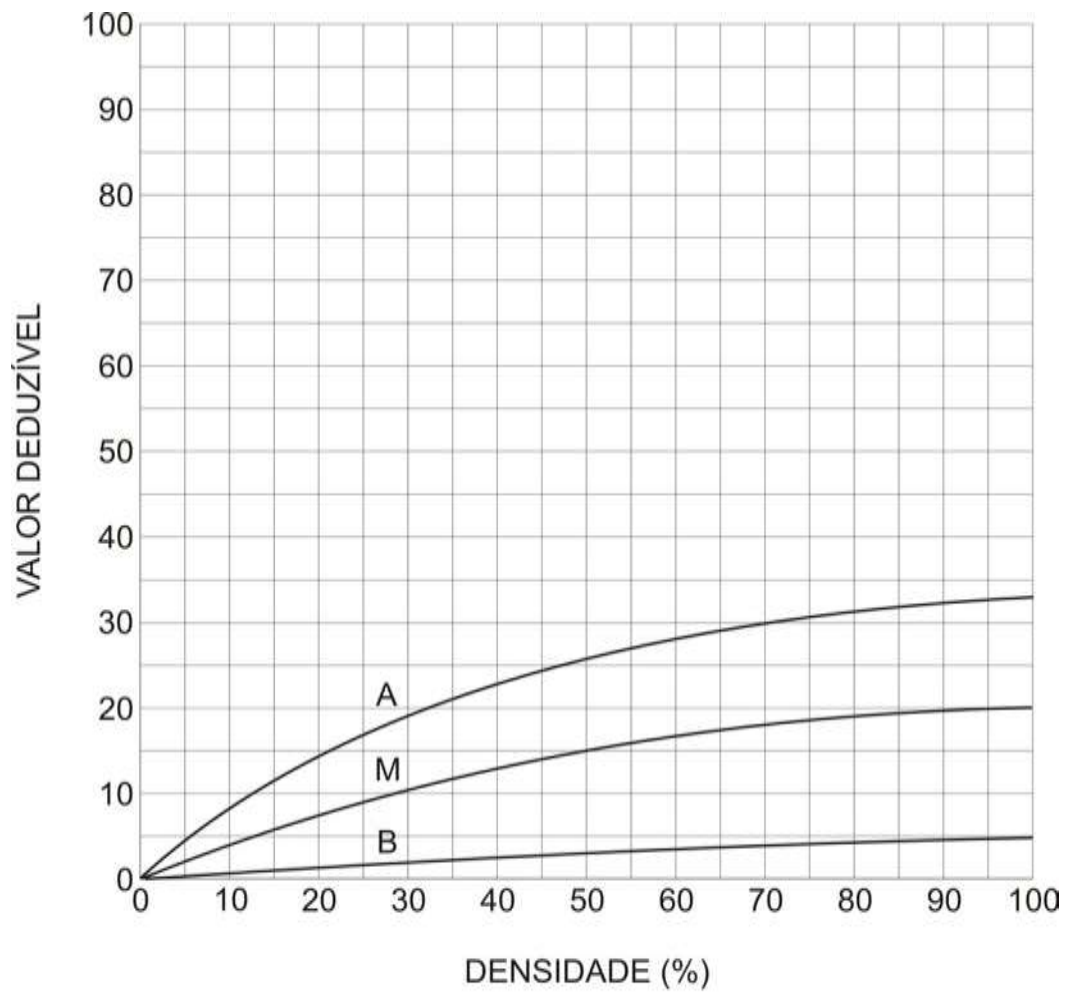
6.5 Defeitos na selagem das juntas

Os defeitos existentes no selante não são avaliados por densidade (quantidade), mas em função da condição dos sistemas de selagem como um todo, na amostra inspecionada.

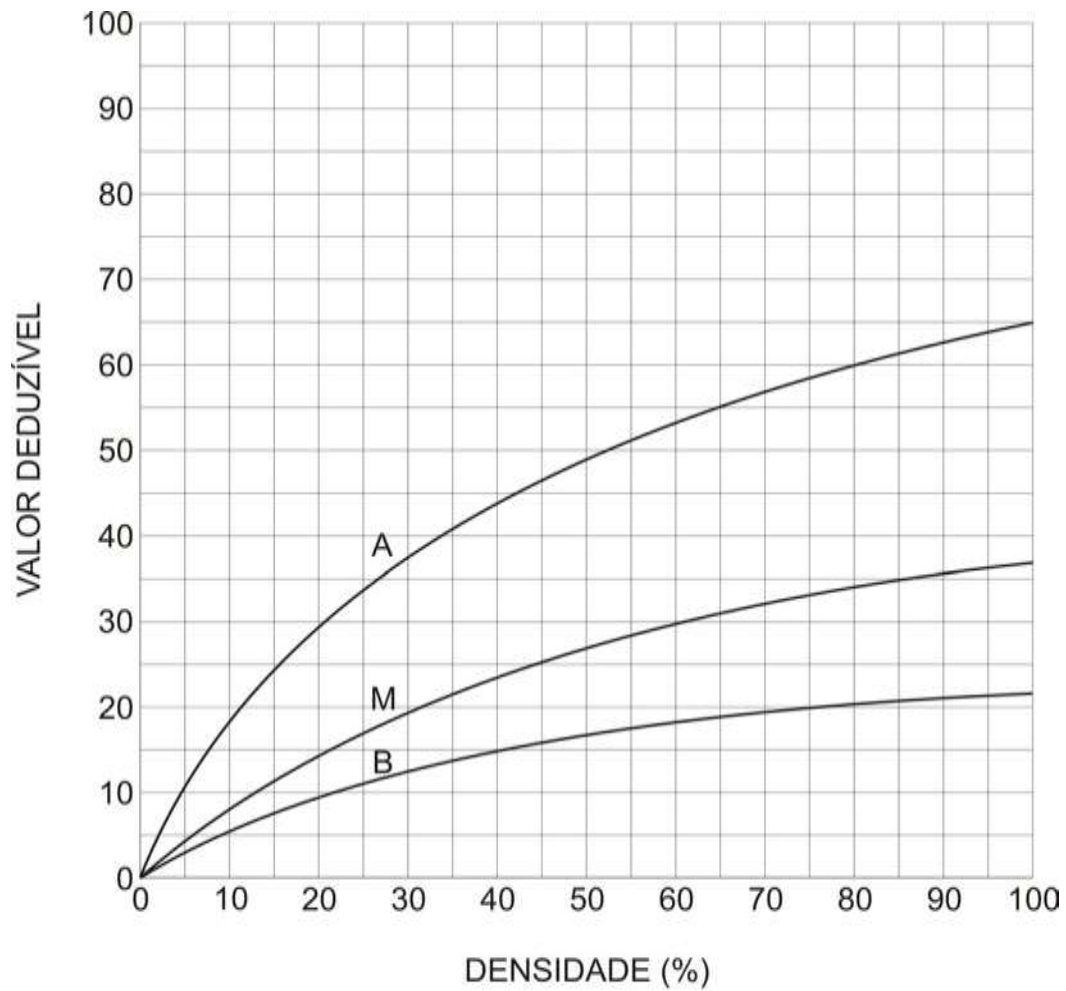
Admitem-se três graus de severidade, com os respectivos valores deduzíveis.

Grau de severidade	Valores deduzíveis
Baixo	2 pontos
Médio	4 pontos
Alto	8 pontos

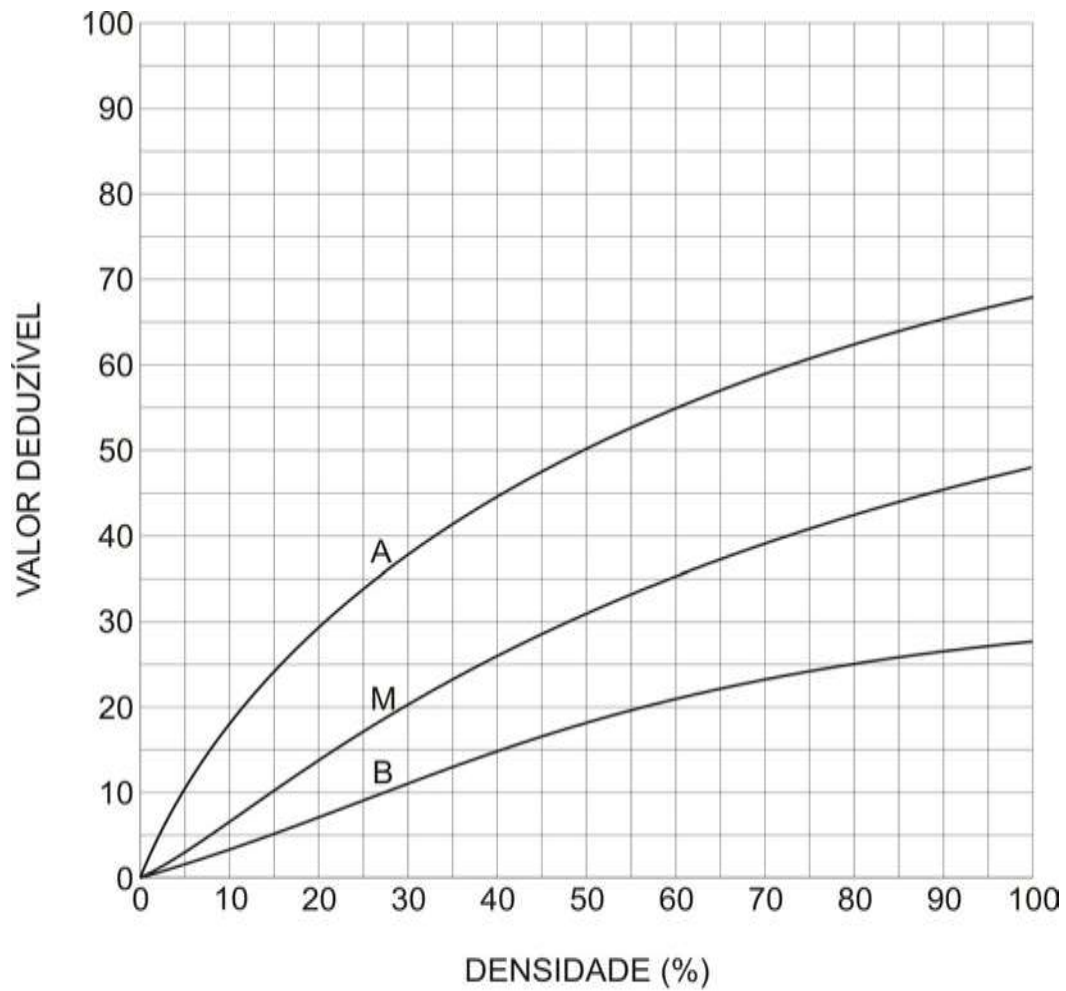
Fonte: CERL (1979)

6.6 Desnível pavimento - acostamento

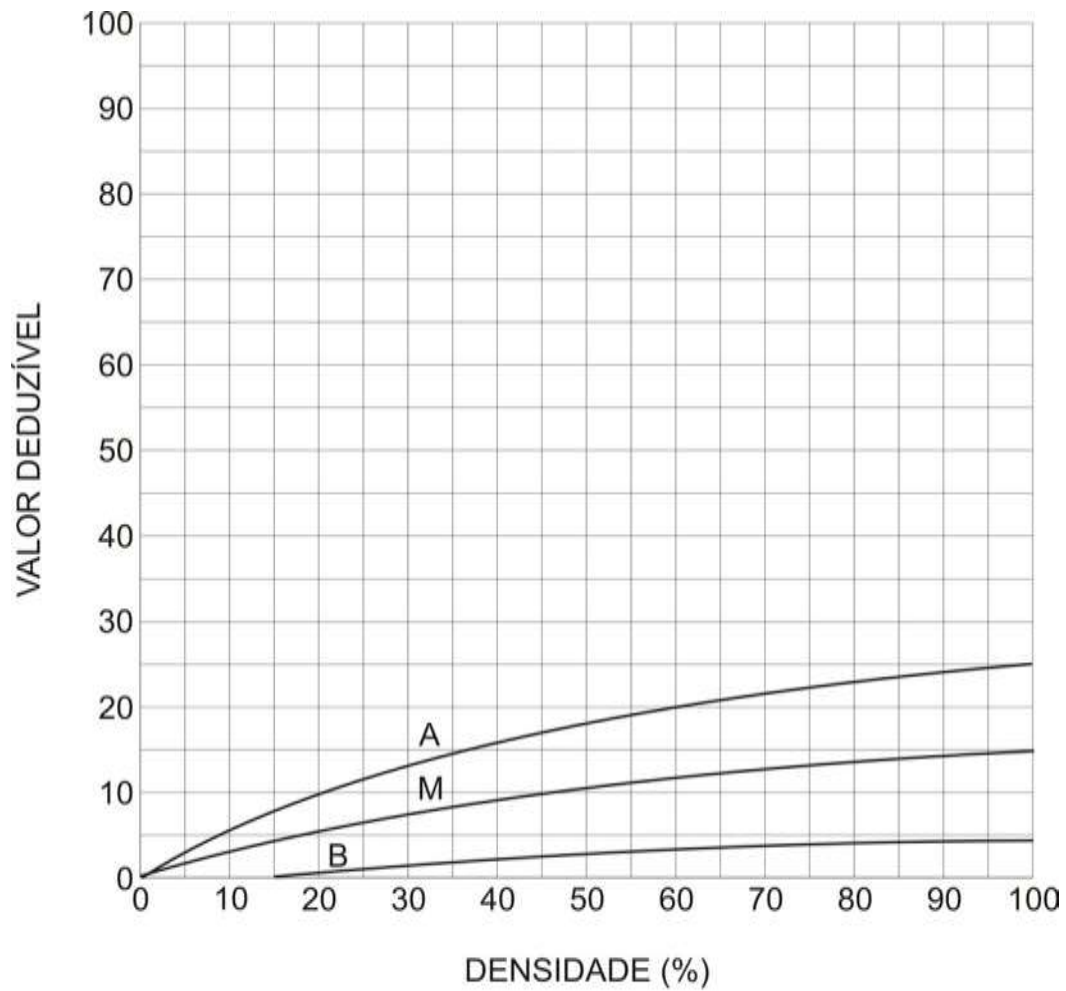
Fonte: CERL (1979)

6.7 Fissuras lineares

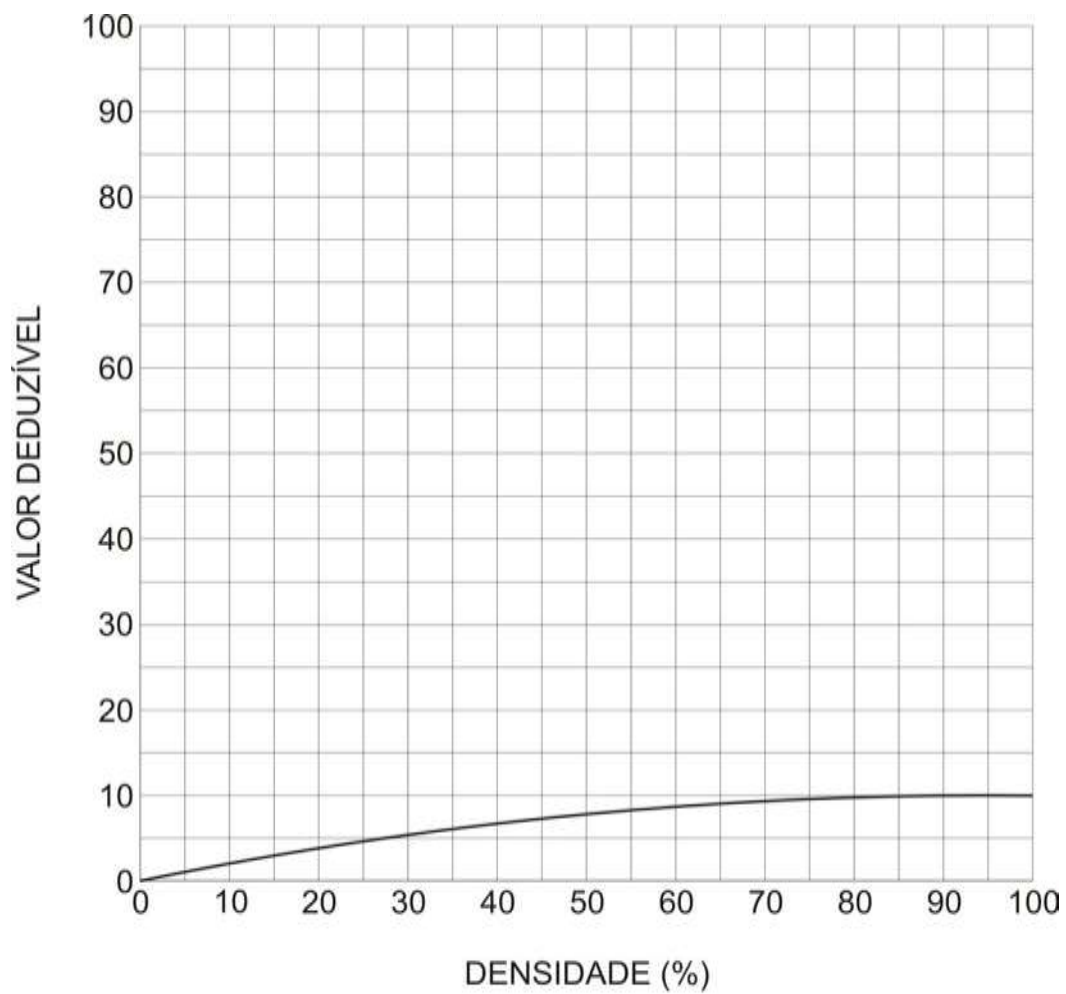
Fonte: CERL (1979)

6.8 Grandes reparos existentes ($> 0,45\text{m}^2$)

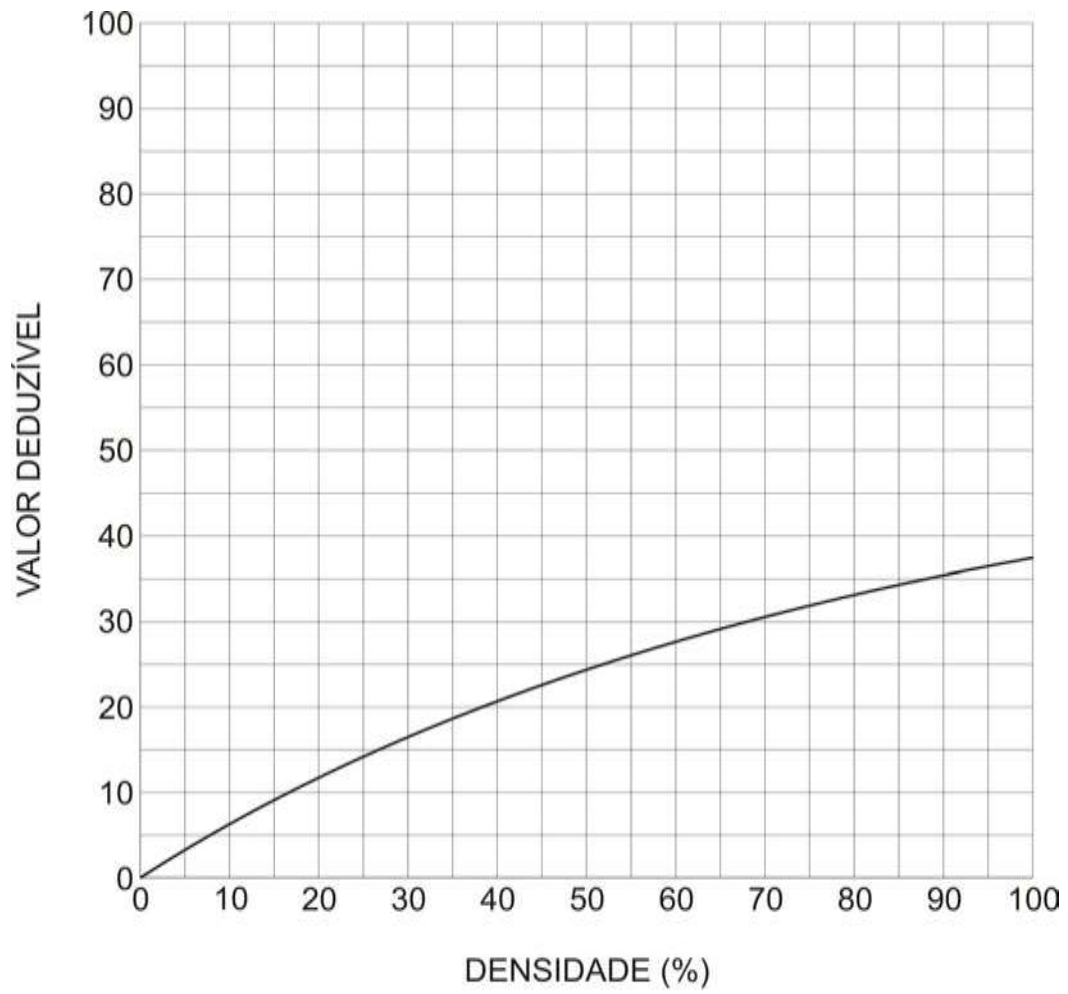
Fonte: CERL (1979)

6.9 Pequenos reparos existentes ($\leq 0,45 \text{ m}^2$)

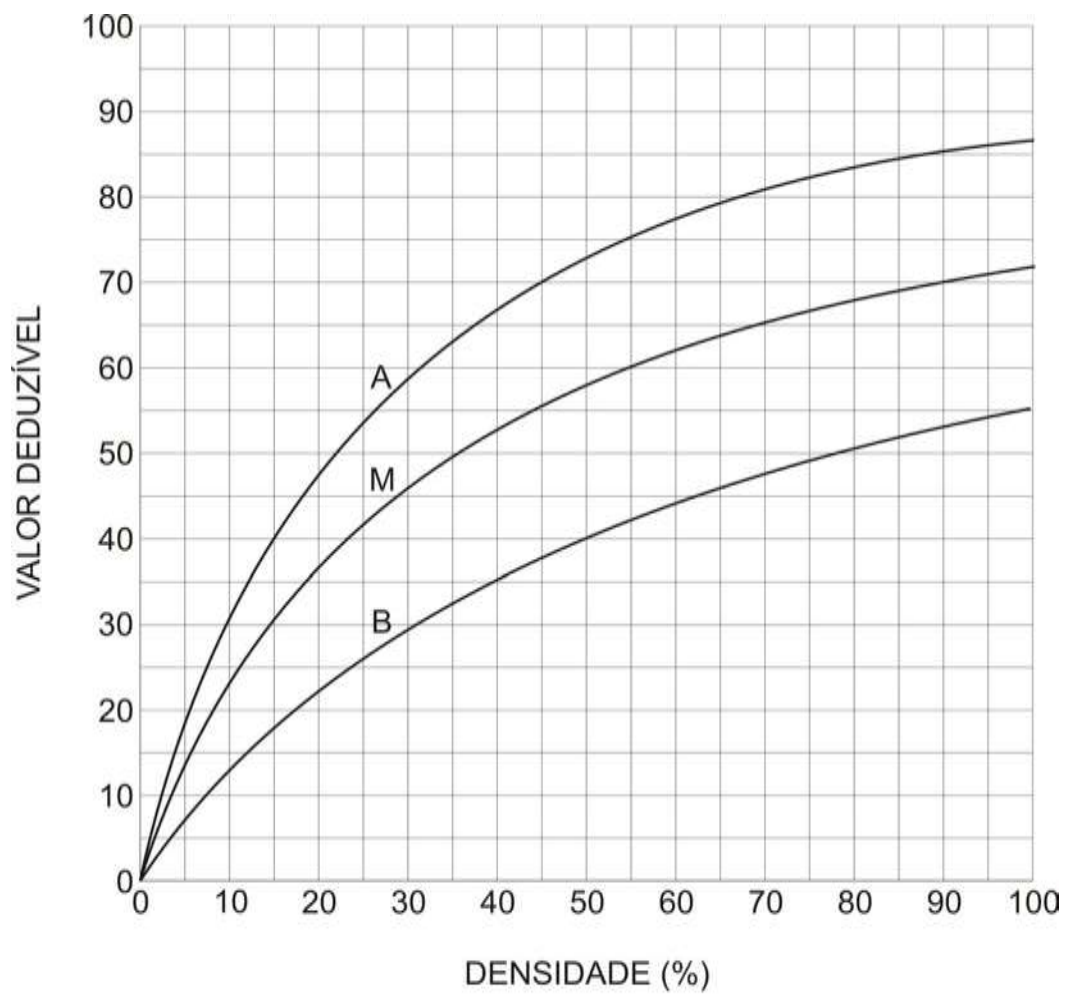
Fonte: CERL (1979)

6.10 Desgaste superficial

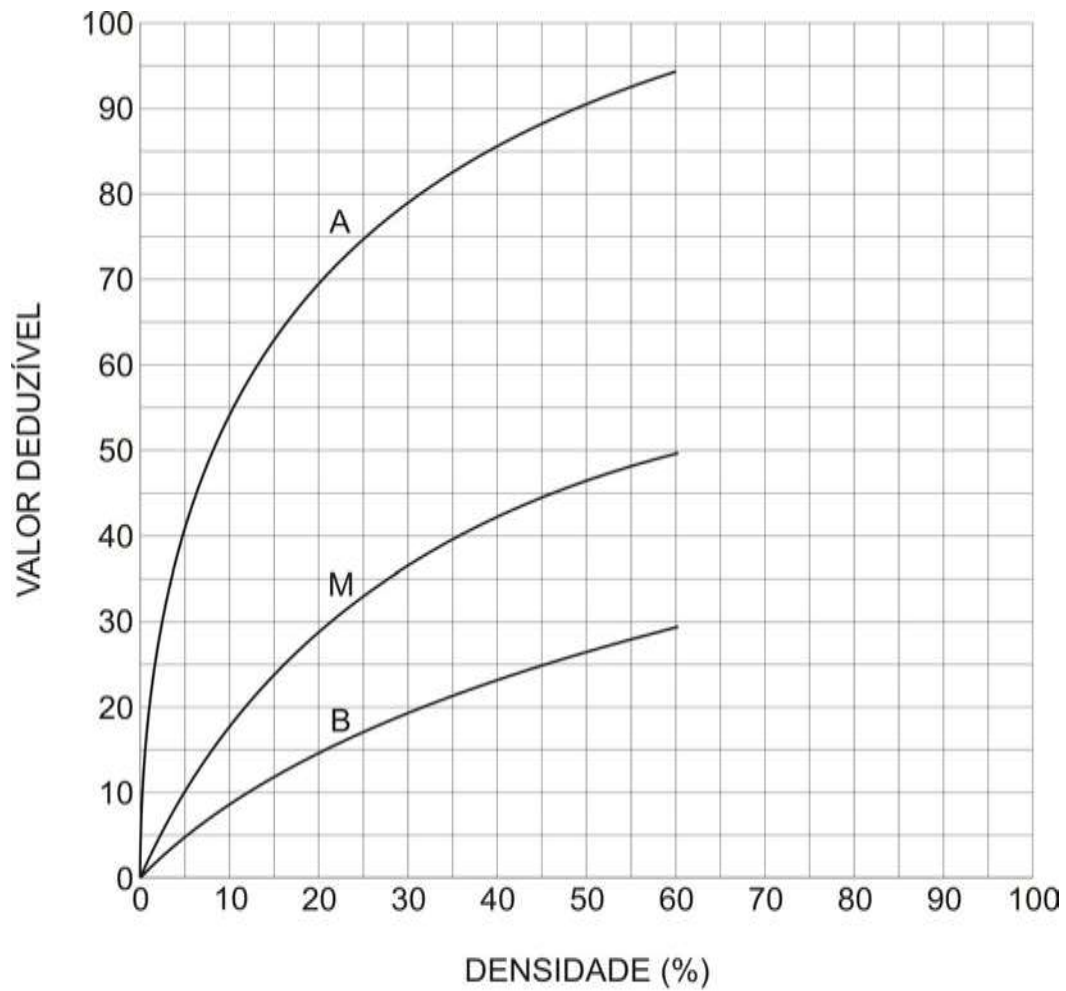
Fonte: CERL (1979)

6.11 Bombeamento

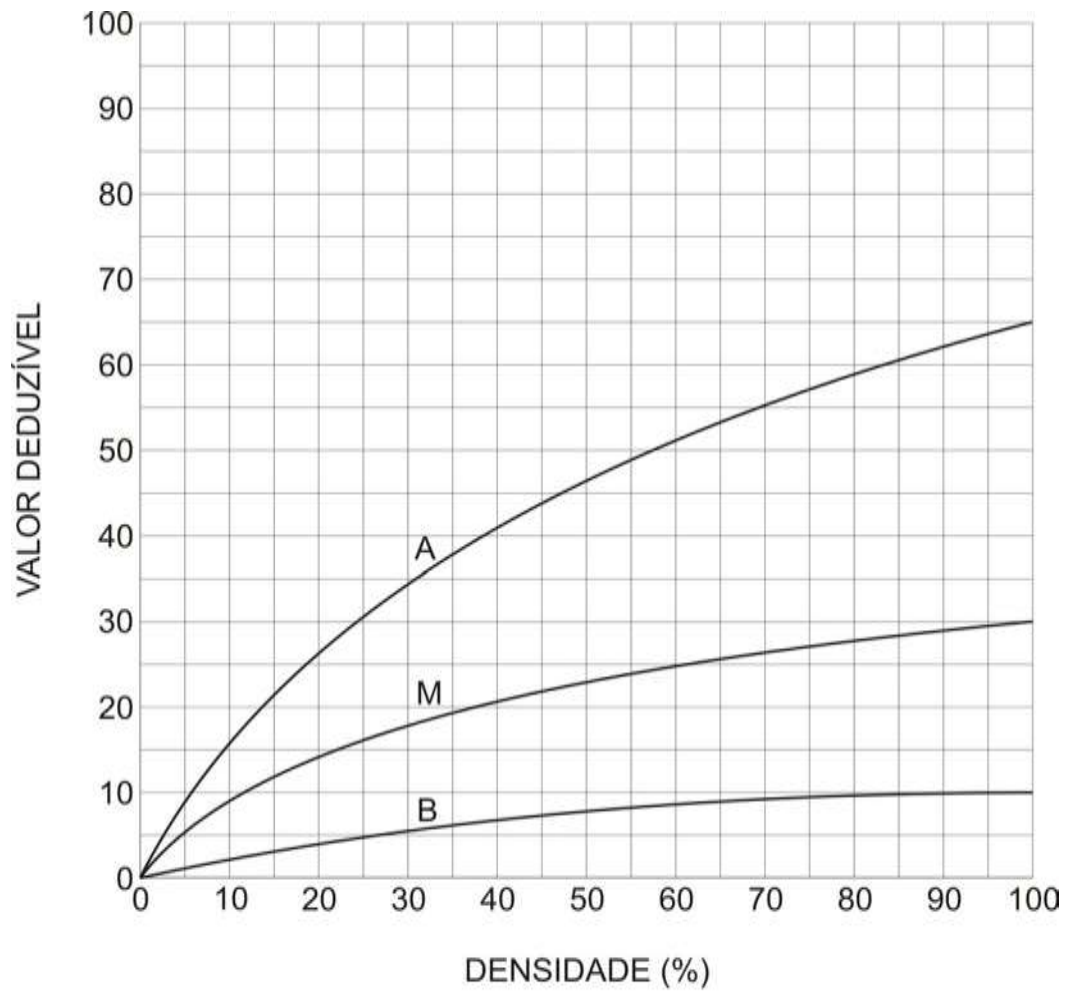
Fonte: CERL (1979)

6.12 Quebras localizadas

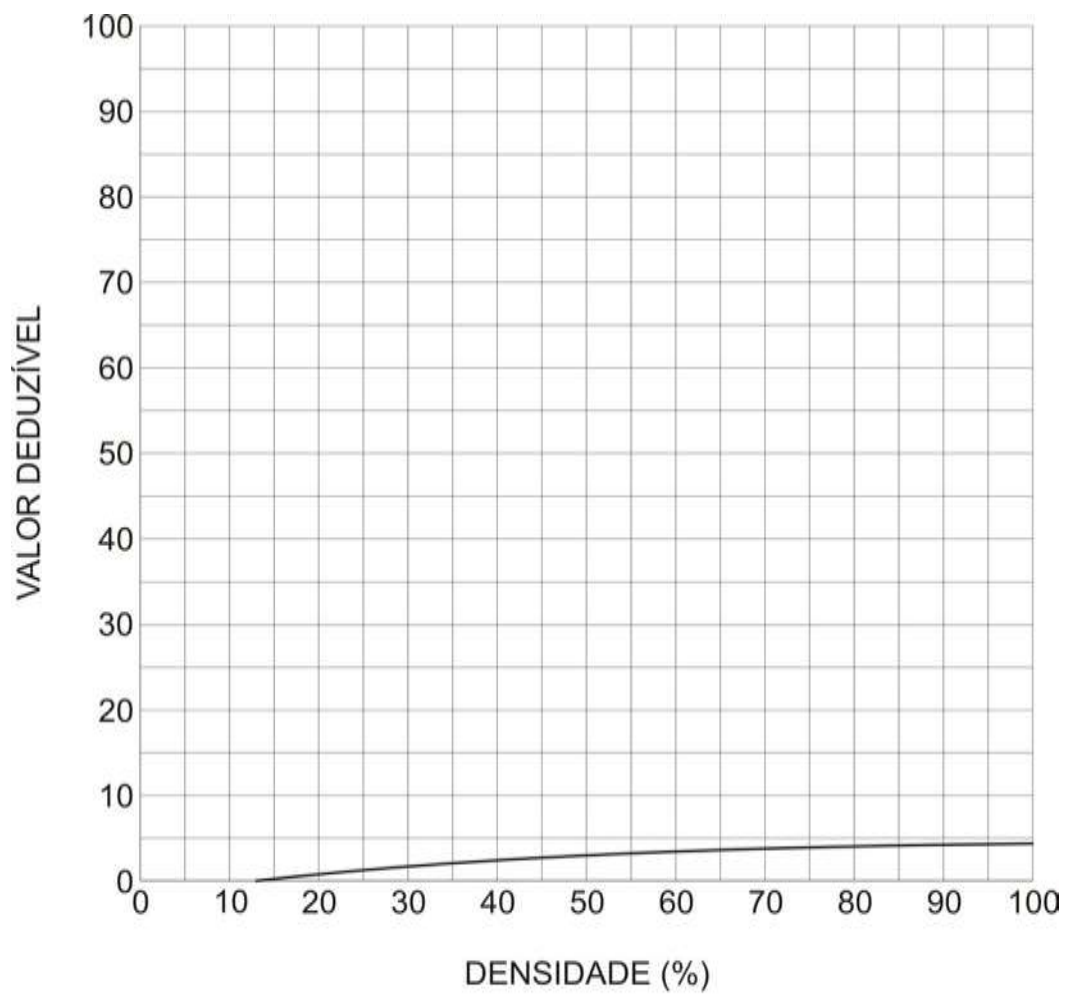
Fonte: CERL (1979)

6.13 Passagem de nível

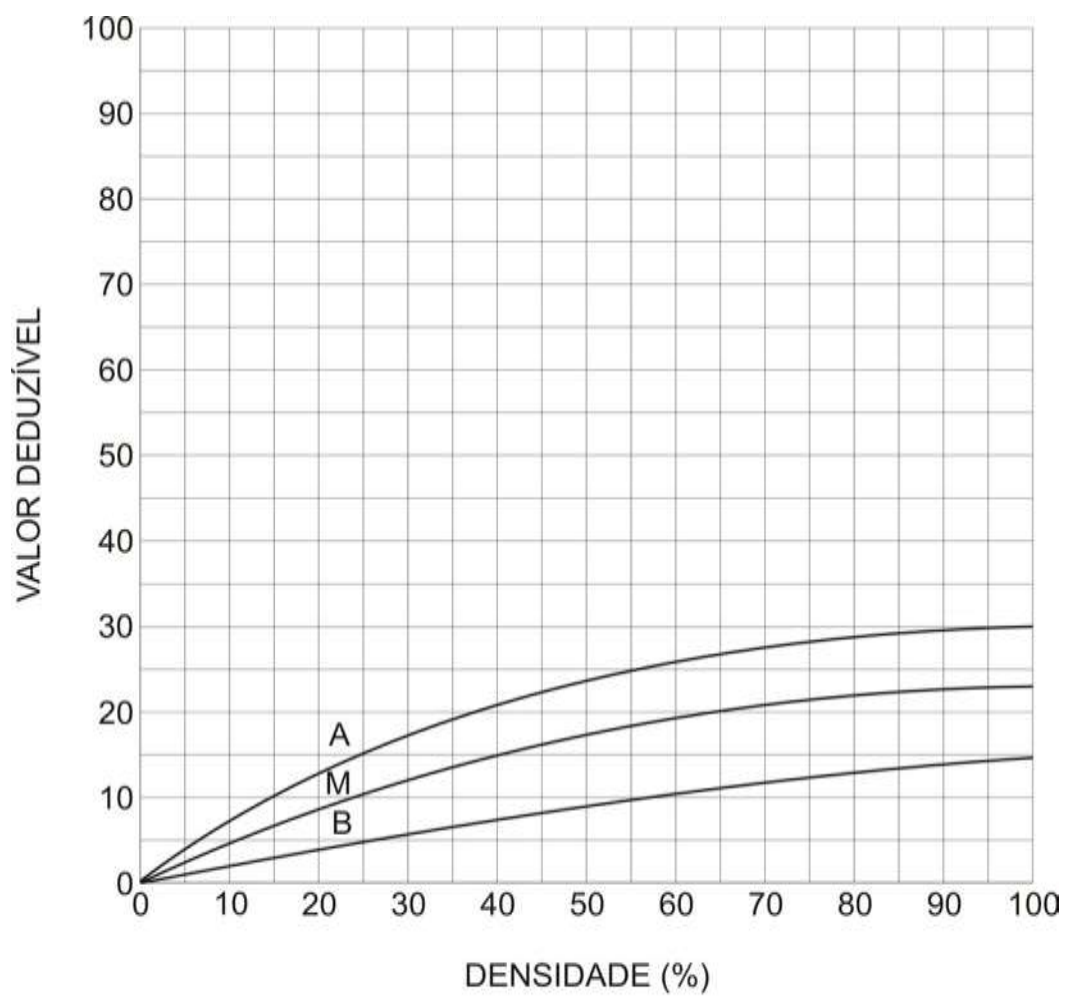
Fonte: CERL (1979)

6.14 Fissuras superficiais (rendilhado) e escamação do concreto

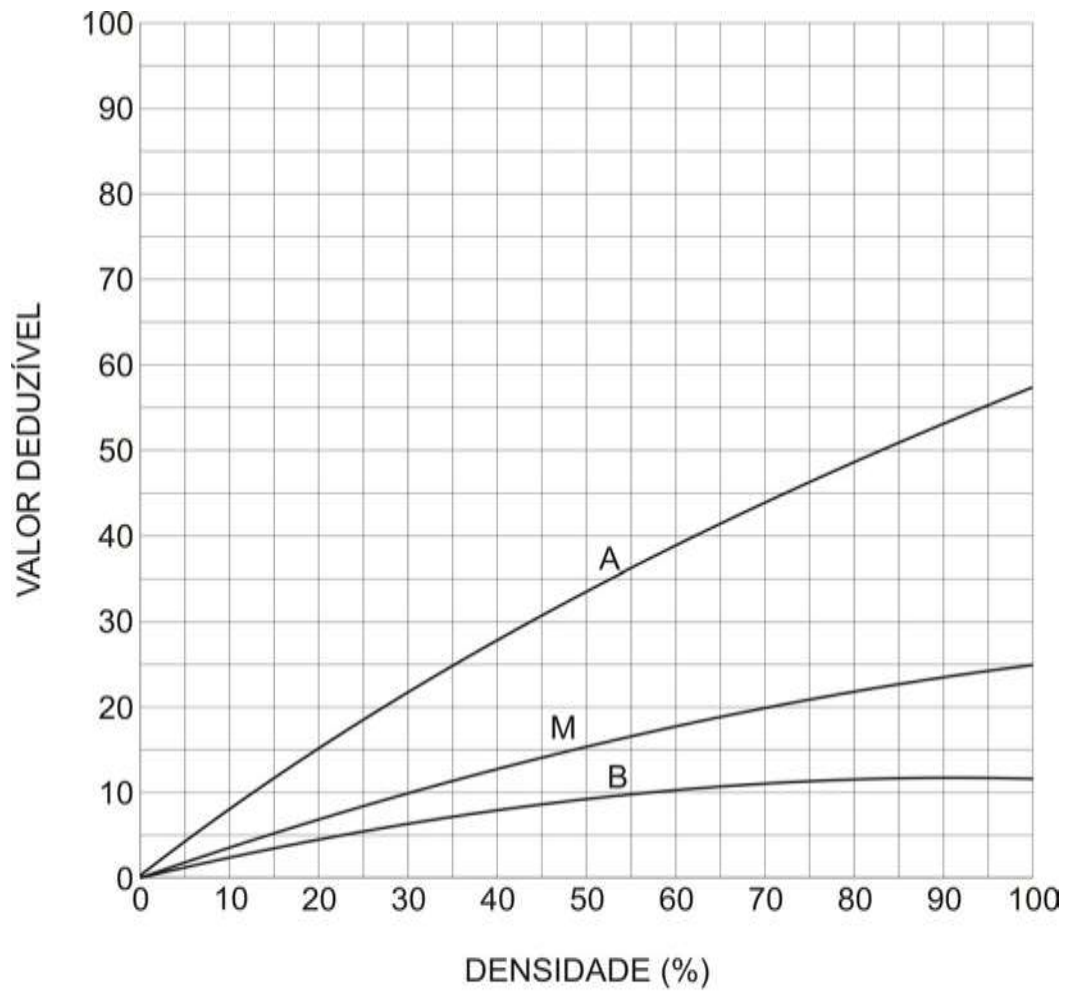
Fonte: CERL (1979)

6.15 Fissuras de retração plástica

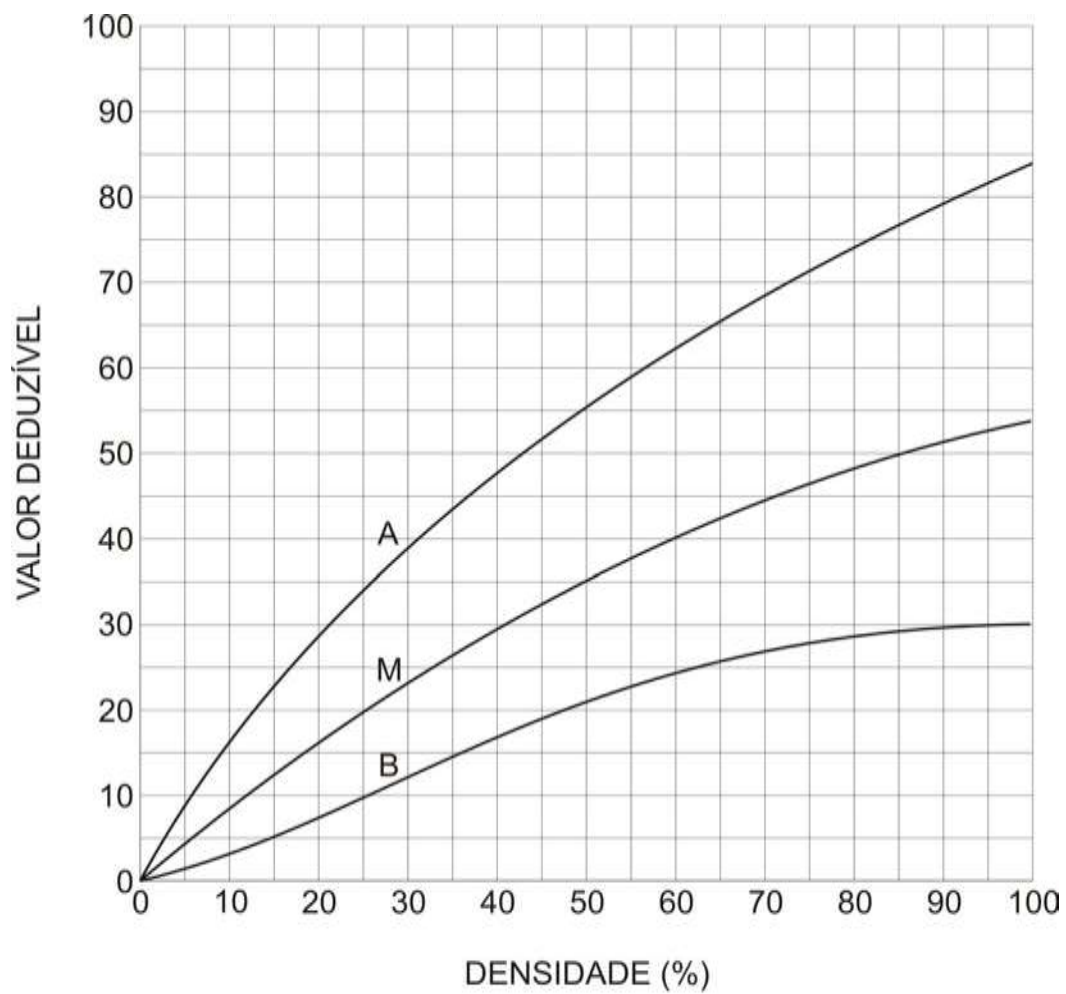
Fonte: CERL (1979)

6.16 Esborcinamento ou quebra de canto

Fonte: CERL (1979)

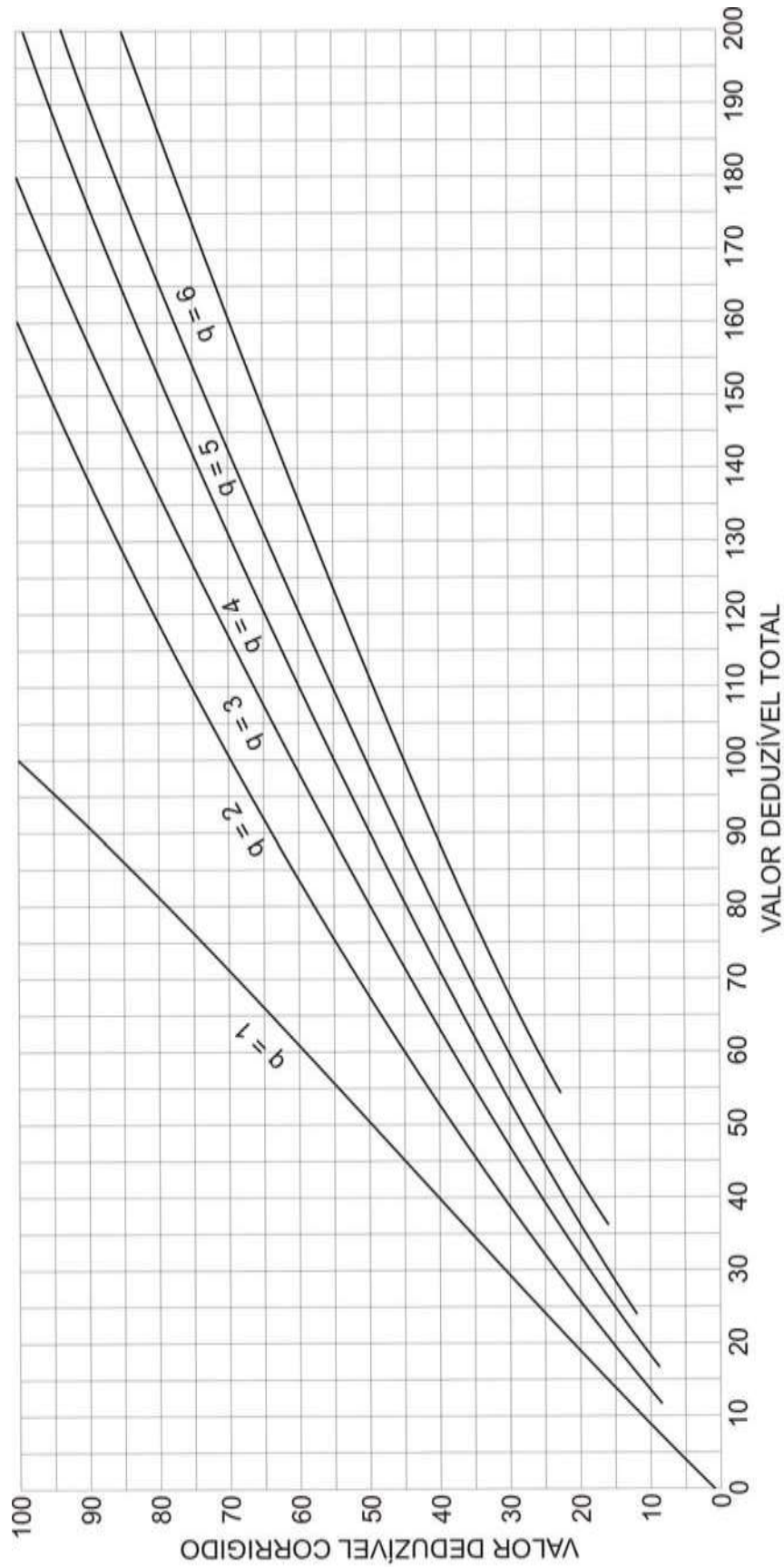
6.17 Esborcinamento de juntas

Fonte: CERL (1979)

6.18 Placa bailarina

Fonte: CERL (1979)

7 Valor deduzível corrigido, para pavimentos de concreto simples

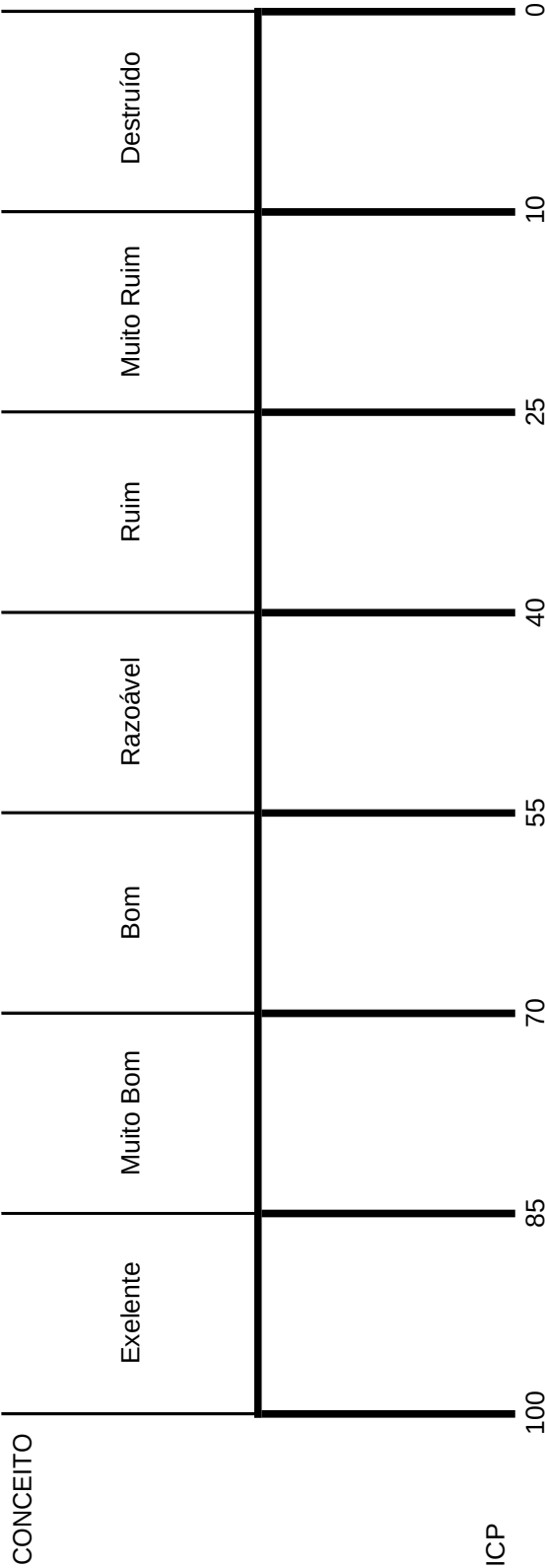


Fonte: CERL (1979)

NOTA: q = número de valores deduzíveis superiores a 5, considerando o maior valor para cada tipo de defeito.

Anexo B (Normativo)

Escala de avaliação do ICP.



/Índice Geral

Índice Geral

Abstract	1	Definições	2
Abstract	1	Disposições finais	3
Análise do cadastro documental 5.4	2	Emissão de laudo	3
Análise dos dados obtidos na inspeção 5.1	2	Índice de Condição do Pavimento (ICP) 3.2.....	2
Anexo A (Normativo) - Instruções para o cálculo dos ICP	4	Índice Geral	29
Anexo B (Normativa) - Escala de avaliação do ICP	28	Objetivo 1.....	1
Anexos 7	3	Prefácio	1
Atribuição de conceitos 5.3	2	Referências bibliográficas 2.2.....	2
Avaliação objetiva 3.1	2	Referências normativas 2.1.....	2
Cálculo de índices de condição do pavimento 5.2	2	Referências normativas e bibliográficas 2.....	1
Condições específicas 5	2	Resumo	1
Condições gerais 4	2	Sumário	1
