

Caracterização das ocorrências de defeitos em pavimentos asfálticos na cidade de Pato Branco - PR

Jairo Trombetta

jairotrombetta@ig.com.br
Universidade Tecnológica
Federal do Paraná – PR

Adalberto Pandolfo

adalbertopandolfo@hotmail.com
Universidade de Passo Fundo
– RS

Alessandro Goldoni

alessandrogg@msn.com
Universidade de Passo Fundo
– RS

Aline P. Gomes

alinegomes1977@hotmail.com
Universidade de Passo Fundo
– RS

Luciano P. Specht

specht@unijui.edu.br
Universidade Regional do
Noroeste do Rio Grande do
Sul – RS

Resumo

O processo de manutenção da malha viária das cidades se constitui em uma preocupação constante das administrações públicas municipais responsáveis pela construção e operação do sistema, no sentido de obter informações com relação ao estado atual das vias e chegar a conclusões a cerca do que deve ser feito, como fazer, quando atuar e quanto isto custará aos cofres públicos. O primeiro passo para obter essas respostas é o levantamento dos problemas existentes no local de estudo. O presente artigo tem com objetivo caracterizar as ocorrências de defeitos de dois trechos de pavimentos asfálticos na cidade de Pato Branco-PR, utilizando o Método Paviment Condition Index (PCI). A aplicação deste método revelou-se muito eficiente, pois conta com uma operacionalidade bastante simples, de baixo custo e retrata de forma concreta e realista a condição funcional do pavimento.

Palavras-chave: Pavimentos Urbanos. Defeitos em Pavimentos. Caracterização de Pavimentos.

Abstract

The process of maintaining the roads of cities constitutes a concern for municipal government responsible for building and operating the system in order to obtain information regarding the current state of the roads and come to conclusions about what should be done, how, when and how much it will cost. The first step to get those answers is to identify the existing problems at the study site. This paper aims to characterize the occurrences of defects in two portions of asphalt pavements in the city of Pato Branco-PR, using the Method of Paviment Condition Index (PCI). The application of this method proved very efficient, because of its simple operation and low cost, besides it presents a concrete and realistic functional condition of the pavement.

Keywords: Urban Pavements. Defeitos in Pavements. Characterization of Pavements.

1 Introdução

São poucas as proposições técnicas consagradas para aplicação em pavimentos urbanos em termos de avaliação dos pavimentos e procedimentos de manutenção, visto que a maioria das pesquisas até o presente estão voltadas ao meio rodoviário, e há que se considerar as diferentes especificidades destes para os pavimentos urbanos, em termos de estrutura dos pavimentos, tráfego atuante e até de meios disponíveis para avaliação e execução das intervenções.

A rede viária urbana se constitui em um grande patrimônio público, em função do significativo capital investido na sua construção e manutenção e pelo importante papel que ela desempenha no desenvolvimento das atividades da sociedade. Em vista disso, merecem atenção especial da administração pública no tocante a sua manutenção, tornando as vias urbanas aptas a servir a população, de modo a que esta se desloque com rapidez e em condições satisfatórias do conforto e segurança, e preservando o patrimônio público.

Nos últimos anos foi grande o incremento na quantidade de veículos nas cidades brasileira, sobre tudo nas grandes e médias cidades. Pato Branco, no sudoeste do Paraná, que pode ser considerada uma cidade de porte médio, tem sentido

de sobre maneira este incremento no número de veículos nos últimos anos, exigindo do poder público um conjunto de ações urgentes de ampliação da rede viária e principalmente manutenção dos pavimentos existentes, evitando que estes se deterioreem a ponto de exigirem intervenções mais pesadas e onerosas.

Para Scaranto (2007), com a ausência de procedimentos técnicos bem estabelecidos, o poder público municipal toma decisões baseadas em soluções que não representam muitas vezes a real necessidade dos pavimentos. Neste contexto, fica inviável estabelecer a priorização de quais vias seriam contempladas num possível programa de manutenção. Fica evidente a necessidade de buscar novas alternativas técnicas para equacionar este problema.

Para Gonçalves (2007, p.83) uma das grandes “dificuldades encontradas pelos administradores de uma rede pavimentada, seja rodoviária, seja urbana, refere-se ao planejamento, programação e identificação das estratégias de manutenção a serem adotadas durante o ciclo de vida dos pavimentos”. Chega-se, então, a necessidade de estabelecer proposições coerentes e concisas de procedimentos técnicos de avaliação dos pavimentos e estabelecer alternativas de manutenção técnica e economicamente apropriadas. Deve-se aprimorar as técnicas de avaliação, para que efetivamente seja diagnosticada a condição real do pavimento, e evoluir nos procedimentos de manutenção, oferecendo a aqueles que tomam as decisões, condições de fazê-lo com segurança de o que fazer, quando fazer, onde fazer e qual o custo da decisão.

A primeira etapa de um diagnóstico e uma futura tomada de decisão exige um levantamento dos problemas existentes no local de estudo. O presente artigo tem como objetivo caracterizar as ocorrências de defeitos de dois trechos de pavimentos asfálticos na cidade de Pato Branco-PR, utilizando o Método Paviment Condition Index (PCI).

2 Classificação e avaliação de pavimentos de vias urbanas

De acordo com a NBR 6973/1983 do Sistema Nacional na modalidade Rodoviária, as vias urbanas são classificadas segundo a função que exercem da seguinte maneira: vias urbanas do sistema expresso, vias urbanas do sistema arterial, vias urbanas do sistema coletor e vias urbanas do sistema local.

O volume de tráfego numa via é quantificado em termos de cada tipo de veículo que trafega, após transforma-se todo o tráfego atuante em um número equivalente (N) de operações de um eixo padrão de 80 kN. Segundo consta na Instrução de Projeto IP-02 (2005) da Prefeitura Municipal de São Paulo (2009) a previsão final de “N” deve tomar por base contagens classificatórias, para utilização dos tipos de tráfego abaixo relacionados. Quando houver disponibilidade de dados de pesagem de eixos, com a respectiva caracterização por tipos, o cálculo do valor final “N” deverá seguir integralmente as recomendações e instruções do método de dimensionamento de pavimentos flexíveis do DNIT-1996.

As vias urbanas a serem pavimentadas serão classificadas para fins de dimensionamento de pavimento, de acordo com o tráfego para as mesmas nos seguintes tipos: tráfego leve, médio, meio-pesado, pesado e muito pesado. A Figura 1 mostra a classificação das vias e parâmetros de tráfego.

Função Predominante	Tráfego Previsto	Via de Projeto (anos)	Volume Inicial Faixa Mais Carregada		Equivalente Por Veículo (Fv)	N ⁽¹⁾	N ⁽¹⁾ Característico
			VEÍCULO LEVE	CAMINHÃO/ÔNIBUS			
Via Local Residencial	LEVE	10	100 A 400	4 A 20	1,50	2,7 x 10 ⁴ A 1,4 x 10 ⁵	10 ⁵
Via Coletora Secundária	MÉDIO	10	401 A 1500	21 A 100	1,50	1,4 x 10 ⁵ A 6,80 x 10 ⁵	5 x 10 ⁵
Via Coletora Principal	MEIO PESADO	10	1501 A 5000	101 A 300	2,30	1,4 x 10 ⁶ A 3,1 x 10 ⁶	2 x 10 ⁶
Via Arterial	PESADO	12	5001 A 10000	301 A 1000	5,90	1,0 x 10 ⁷ A 3,3 x 10 ⁷	2 x 10 ⁷
Via Artéria Principal/ Expressa	MUITO PESADO	12	>10000	1001 A 2000	5,90	3,3 x 10 ⁷ A 6,7 x 10 ⁷	5 x 10 ⁷
Faixa Exclusiva de Ônibus	VOLUME MÉDIO	12		<500		3 x 10 ⁶ (2)	10 ⁷
	VOLUME PESADO	12		>500		5 x 10 ⁷	5 x 10 ⁷

Figura 1: Classificação das vias e parâmetros de tráfego

A quantificação do volume de veículos, segundo Balbo (2007) é feita com contagem a campo, utilizando-se equipamentos automatizados ou a partir de levantamentos visuais; neste caso aconselha a adoção da nomenclatura indicada pelo DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestre) e planilhas de contadores manuais em que são anotados, hora a hora, os volumes observados para cada tipo de veículo. O levantamento de campo é realizado em períodos sequenciais de uma hora, com cobertura de 24 horas por dia. Recomenda-se que seja feito levantamento em período de uma semana, evitando-se período atípico, como feriados ou ocorrência de eventos não rotineiros.

O um número equivalente (N) de operações de um eixo padrão, admitindo-se o crescimento linear do tráfego é calculado pela Equação 1:

$$N = 365 \cdot \text{VDMc} \cdot \frac{(1+P.t)^2 - 1}{2.t} \cdot F_v \cdot F_r \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

VDMc = Volume Diário Médio de caminhões e ônibus;

P = Período de projeto;

t = taxa de crescimento anual (decimal);

Fv = Fator de equivalência de veículo, tomado do Quadro 1 em função do VDMc;

Fr = Fator climático regional, adotando-se Fr=1,0 conforme Manual de Pavimentação do DNIT (2006).

Para se estabelecer um diagnóstico das condições de um pavimento é necessário que se faça uma avaliação em relação aos defeitos de superfície, conforto e segurança oferecida aos usuários da via, sua capacidade estrutural, resistência a derrapagem e a irregularidade longitudinal. Segundo Gonçalves (2007) a avaliação dos pavimentos é a primeira etapa do processo de seleção das intervenções numa determinada via. Compreende um conjunto de ações destinadas a obter dados e definir parâmetros que permitam diagnosticar as condições atuais de um pavimento, de modo a que se possa detectar suas necessidades atuais e futuras de manutenção e, verificar se ele está atendendo às especificações para as quais foi projetado.

A avaliação dos defeitos de superfície compreende a observação da superfície do pavimento, registrando os defeitos encontrados, quanto ao tipo, severidade e extensão dos mesmos. O analista deve ter um conhecimento amplo quanto à morfologia e origem dos defeitos e suas características.

Para a caracterização dos defeitos, segundo Rodrigues (2007) devem ser descritos os seguintes parâmetros:

1. Tipo de defeito: especifica o tipo da deterioração, caso de trincas (couro-de-crocodilo, isoladas, interligadas em padrão irregular, longitudinais, transversais, em bloco, dependendo da geometria e do mecanismo que deu origem a mesma), desgaste, exsudação, escorregamento de massa, erosão de bordo, bombeamento de finos, remendos e painelas, entre outros;
2. Severidade: representa a gravidade e intensidade com que o defeito afeta a estrutura do pavimento e/ou compromete seu desempenho. Usualmente, em diversas metodologias, a severidade é conceituada em três níveis: (1) aceitável/baixa; (2) tolerável/média; (3) inaceitável/alta;
3. Extensão: corresponde ao percentual de área afetada pelo defeito; também apresentada em três níveis: (A) alta (mais de 50% da área do segmento); (M) média (entre 10% e 50% da área do segmento); e (B) baixa (menos que 10% da área do segmento com o defeito).

Na fase de levantamento de dados no campo, avaliadores têm encontrado dificuldades relacionadas ao reconhecimento e a forma de medição dos defeitos. Vários manuais têm sido elaborados buscando estabelecer e uniformizar a nomenclatura, as definições, os conceitos e os métodos de medição dos defeitos de superfície observados nos pavimentos.

As formas de deterioração utilizadas nos estudos sobre o desempenho do pavimento a longo prazo, do programa estratégico de pesquisa rodoviária (SHRP) tem sido utilizadas largamente por diversos órgão de administração rodoviária para nortear seus levantamentos de campo. O Programa SHRP foi estabelecido pelo congresso dos Estados Unidos e conta com a participação de mais de 20 países, inclusive o Brasil, que desenvolvem pesquisas sobre pavimentação por um período de 20 anos (SHRP, 1993).

O manual do Programa de Pesquisa SHRP considera 15 defeitos em pavimentos flexíveis, identificando-os através de fotos e figuras. Apresenta, para cada tipo de defeito, a descrição, os níveis de severidade e a forma de medir a

extensão. Os defeitos presentes no manual são: trincas por fadiga do revestimento, trincas em blocos, trincas nos bordos, trincas longitudinais, trincas por reflexão, trincas transversais, remendos, painelas, deformação permanente, corrugação, exsudação, agregado polido, desgaste, desnível entre pista e acostamento e bombeamento.

Dentre os vários métodos disponíveis para avaliação das condições operacionais de pavimentos destaca-se o Método do PCI (*Paviment Condition Index*), este método é originário de um estudo desenvolvido por Shain, M.Y, publicado em 1979 pelo Corpo de engenheiros do Exército dos Estados Unidos (USACE), inicialmente concebido para pavimentos de aeroporto, posteriormente foi adaptado para rodovias, ruas e estacionamentos, com base na validação de campo e informações dos engenheiros do USACE.

Conforme Shain e Khon (apud APS et al., 1998), o objetivo principal do método é obter um índice numérico para qualificar a condição do pavimento (PCI), que retrate a condição do pavimento, fornecendo um padrão para:

1. Classificar a integridade estrutural e a condição operacional da superfície dos pavimentos;
2. Determinar as necessidades de manutenção;
3. Determinar necessidades de reabilitação e prioridades, por meio de comparação do estado de diferentes trechos de pavimento;

Prever o desempenho do pavimento por meio de determinação própria do PCI.

A primeira etapa para a aplicação deste método consiste na seleção de uma área de amostra com aproximadamente 225 m², a fim de identificar em planilha própria, os tipos, as quantidades (em % da área afetada) e a severidade (alta, média, baixa) de cada defeito. A seguir apresentam-se os defeitos e a forma de medição considerada no método (Figura 2).

Defeito	Forma de Medição	Defeito	Forma de Medição
Couro de Crocodilo	Área	Remendos	Área
Exsudação	Área	Agregado polido	Área
Fissura em blocos	Área	Panelas	Unidade
Elevações/recalques	Metro linear	Cruzamento ferroviário	Área
Corrugação	Área	Afundamento de trilha de roda	Área
Afundamento localizado	Área	Escorregamento de massa	Área
Fissura de borda	Metro linear	Fissuras devido ao escorregamento de massa	Área
Fissuras por reflexão de juntas	Metro linear	Inchamento	Área
Desnível pavimento/acostamento	Metro linear	Desgaste	Área
Fissura longitudinal e transversal	Metro linear		

Figura 2: Defeitos de pavimentos asfálticos e forma de medição

Fonte: APS et al. (1998)

3 Metodologia

3.1 Caracterização do local

O município de Pato Branco está situado na região Sudoeste do Paraná, distante 433,5 km da capital do estado, Curitiba, possui uma população de 70.160 habitantes (estimativa IBGE,2009) e uma frota de 36.021 veículos cadastrados (DETRAN/PR, 2009).

O sistema viário da cidade é composto por duas vias arteriais principais representadas, uma ao sul pela PRT 280 (jurisdição estadual) que faz a ligação Leste-Oeste, e outra a oeste pela BR 158 (jurisdição federal) que faz a ligação Sul-Norte. Interligando estas duas existe a Avenida Tupi que tem a função de via arterial secundária, corta a cidade de Sul a Norte passando pelo centro, que canaliza o tráfego tanto de veículos como de coletivos e de transporte de cargas para o centro comercial da cidade, o relevo acidentado impõe barreiras naturais à tentativa de se criar vias arteriais alternativas. A esta via arterial se conectam vias coletoras transversais que fazem a ligação dos bairros ou parques industriais até a zona de comércio e serviços.

3.2 Procedimento metodológico

O desenvolvimento deste trabalho foi dividido em 3 etapas:

Etapa 1: Escolha dos trechos em função da classificação e do tráfego

Para o desenvolvimento do estudo fez-se necessário delimitar do espaço físico correspondente, neste caso, a malha viária urbana do município de Pato Branco. Através de entrevista com os responsáveis pelos setores envolvidos na administração da malha viária expôs-se os objetivos do trabalho e obteve-se informações sobre documentos existentes que podem ser disponibilizados.

A gestão de pavimentos visa o controle toda a malha viária. Porém, como objetivo central deste estudo é estabelecer procedimentos técnicos, em nível de projeto, para auxiliar a administração pública na gestão dos pavimentos e, estes procedimentos baseiam-se na aplicação de métodos sistematizados trecho a trecho, até a cobertura total da malha viária, pondera-se que a apresentação destes métodos em 2 trechos isolados pode balizar a conduta da administração municipal no conjunto das vias.

Segundo Balbo (2007), as vias mais solicitadas são normalmente objeto de maior atenção que aquelas periféricas e de bairros residenciais e, informações objetivas desta natureza são importantes para uma tomada de posição quanto à política de priorização no plano de manutenção das vias.

Etapa 2: Classificação da via em função do tráfego

A classificação da via em função do tráfego foi realizada através da contagem a campo do volume de veículos e registro em planilha própria apresentada na Figura 3.

Etapa 3: Caracterização das ocorrências de cada trecho selecionado

O levantamento *in loco* dos dados e ocorrências dos trechos selecionados segue o seguinte procedimento:

- 1) Dividiu-se os trechos selecionados em seções de extensão variável, equivalente a área de 225 m² (dependendo da largura da faixa analisada);
- 2) Considerou-se uma das faixas de tráfego, ou da direita ou da esquerda, no caso de tráfego em dois sentidos, como seção de análise;
- 3) Providenciou-se planilhas de levantamento de campo (ver Figura 5), na quantidade de uma para cada seção;
- 4) Percorreu-se a pé a seção de análise e foi apontado manualmente, no local apropriado na planilha o tipo de defeito, sua severidade e extensão, conforme relação de defeitos constantes na própria planilha.
- 5) Foi apontado manualmente no campo vago da planilha, ocorrências extras, tais como, condições de drenagem, meio-fio, interferências de outras redes urbanas ou raízes de árvores.

CONTAGEM DE TRÁFEGO				Via:		Trecho:				Sentido:				Data:		
Tipo	Classificação	Configuração	Eixos de Projeto	Intervalo de Tempo (horas)												Total
				8.00 / 9.00	9.00 / 10.00	10.00 / 11.00	11.00 / 12.00	12.00 / 13.00	13.00 / 14.00	14.00 / 15.00	15.00 / 16.00	16.00 / 17.00	17.00 / 18.00	18.00 / 19.00	19.00 / 20.00	
Automóvel	2C		-													
Ônibus	2C		ESRS, ESRD, ESES													
Utilitário	2C		-													
Caminhão	2C		ESES, ESRD													
	3C		ESES, ETD													
	4C		ESES, ETT													
Semi-Reboque	2S1		ESRS, ESRD (2)													
	2S2		ESRS, ESRD, ETD													
	2S3		ESRS, ESRD, ETT													
	3S2		ESRS, ETD, ETT													
	3S3		ESRS, ETD, ETT													
Reboque	2C2		ESRS, ESRD (3)													
	2C3		ESRS, ESRD (3), ETD													
Total (Automóveis/Utilitários - Veículo Leve):								Total (ônibus/Caminhão/Reboque e Semi-reboque):								

Figura 3: Planilha de contagem de tráfego
Fonte: adaptada de Balbo apud DNIT (2007)

4 Resultados e discussão

Neste trabalho foram selecionados dois trechos em diferentes pontos da malha viária urbana de Pato Branco - PR, com funções diferentes na hierarquia das vias. Na classificação das vias quanto sua função: o Trecho 1 analisado se encontra em uma via arterial, o Trecho 2 se encontra em uma via coletora. Trechos com função diferente foram escolhidos propositalmente, com vistas à análise na aplicação do método de avaliação.

O Trecho 1 (ver Figura 4) está localizado na Avenida Tupi, situado entre a rua Genuino Piacentini (Posto Seis Rodas) e rua Uruguiana, com a característica de ser um a via arterial principal, que corta a cidade e que interliga as duas vias arteriais principais que absorvem o tráfego de outros municípios, BR-280 e BR-158. Este trecho possui um volume considerável de tráfego de automóveis, coletivos e transporte de cargas. Apesar de ter uma faixa total de 25 m, a pavimentação utiliza uma faixa de 12 m sendo uma mão de tráfego em cada sentido e faixa de estacionamento junto ao meio-fio.

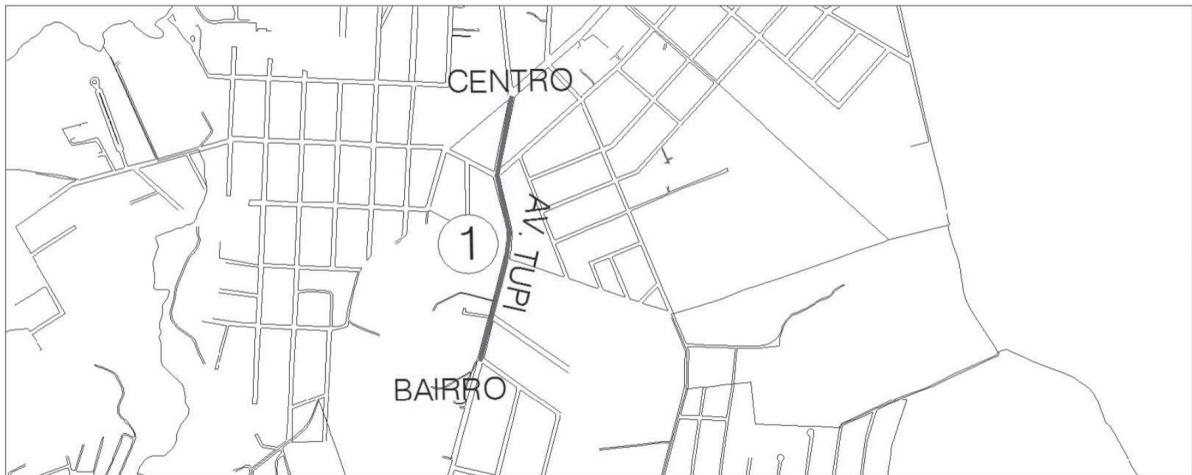


Figura 4: Localização do Trecho 1 na Av. Tupi, entre o posto Seis Rodas e a rua Uruguaiana

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE PATO BRANCO (2009)

O Trecho 2 (ver Figura 5) está localizado numa via coletora principal, rua Itabira (Figura 2), porém com característica de tráfego eminentemente local, isto é, coleta o tráfego de automóveis e coletivos dos bairros da zona oeste e interliga-se com o centro da cidade. Possui um faixa de 18 m, sendo 10 m de pavimentação, com uma mão de tráfego em cada sentido e faixa de estacionamento junto ao meio-fio.

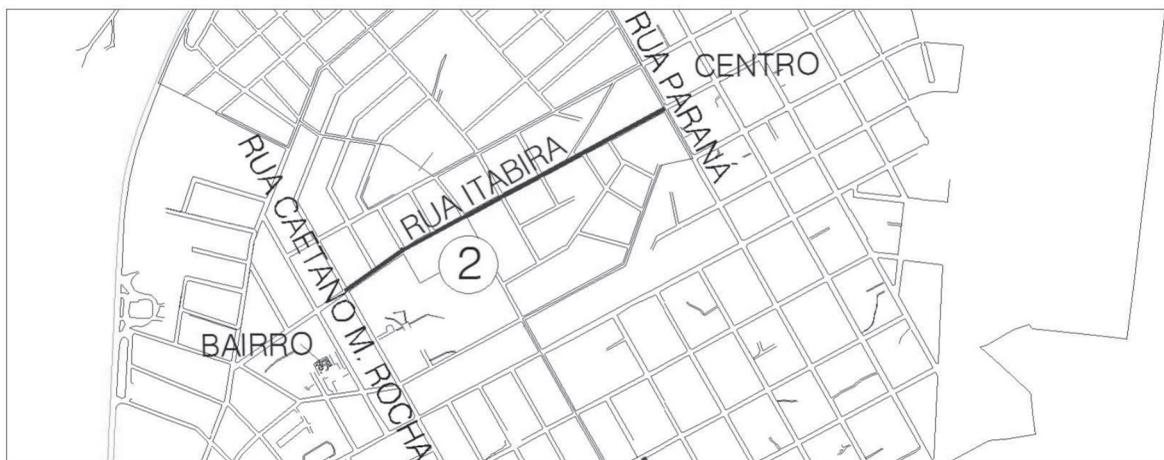


Figura 5: Localização do Trecho 2 na Rua Itabira, entre a Rua Paraná e Caetano Munhoz da Rocha

Fonte: PREFEITURA MUNICIPAL DE PATO BRANCO (2009)

O volume de tráfego diário foi levantado *in loco* em planilha própria, conforme Figuras 3.

Observando-se que o maior volume de tráfego de ônibus e caminhões foi constatado no sentido Centro/Bairro, pista direita no Trecho 1 e o maior volume de tráfego de ônibus e caminhões foi constatado no sentido Bairro/Centro, pista esquerda no Trecho 2.

Posteriormente as vias foram classificadas em função do número equivalente (N) de operações de um eixo padrão, com a aplicação da Equação 1, considerando-se um período de projeto de 12 anos e um crescimento anual de 5%, obtendo-se os seguintes resultados.

Para o Trecho 1, o número obtido foi de $N=1,92 \times 10^7$ operações de eixo padrão, com isso, conforme a Figura 1, a via é classificada como Arterial de Tráfego Pesado. Para o Trecho 2, o número obtido foi de $N=5,03 \times 10^5$ operações de eixo padrão, a via é classificada como Coletora Principal de Tráfego Meio Pesado.

O Trecho 1 foi dividido em 13 seções de análise com área de $5,0 \times 45,0\text{m}$ (225 m^2) e o Trecho 2 foi dividido em 15 seções de análise com área de $5,0 \times 45,0\text{m}$ (225 m^2) para a caracterização das ocorrências de defeitos.

Através de vistoria no local, definiu-se o tipo de defeito observado, sua severidade e dimensões.

A Figura 5 apresenta a planilha de inspeção de campo para a seção 1, pista direita do Trecho 1, o mesmo procedimento foi aplicado para as demais 12 seções deste trecho e 15 seções do Trecho 2.

Observa-se que a planilha é de fácil utilização, o preenchimento da mesma não requer muitos conhecimentos específicos, sendo apenas anotados os tipos e dimensões dos defeitos, a partir do levantamento realizado aqui, a aplicação do método PCI se torna muito simples.

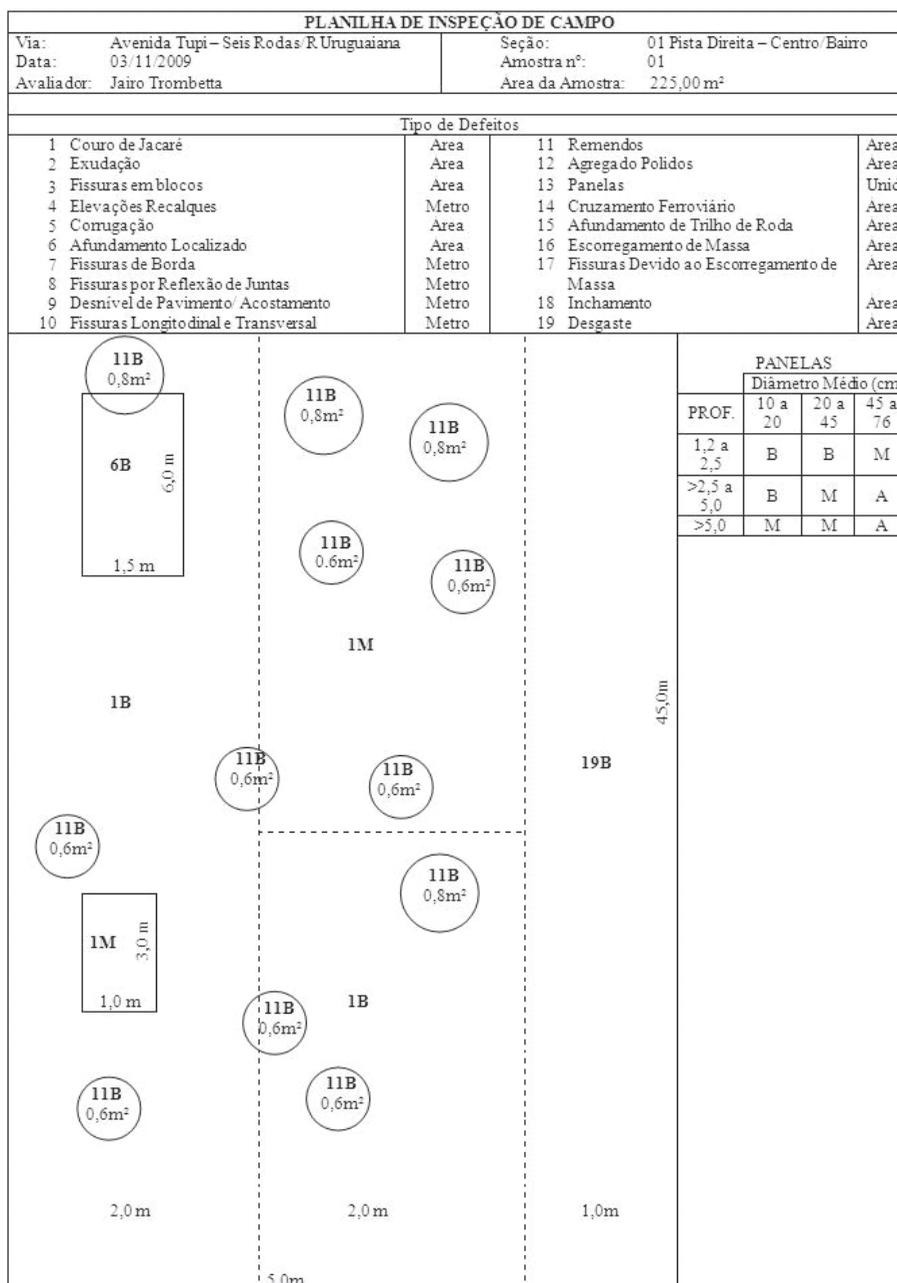


Figura 5: Planilha de levantamento da seção 1, pista direita do Trecho 1

5 Conclusão

Avaliar os pavimentos de uma malha viária requer que se estabeleça um método adequado e uma sistemática padronizada. É fundamental que a equipe avaliadora estabeleça claramente os conceitos adotados na descrição de cada defeito nos pavimentos. Este trabalho revelou que a malha viária urbana carece de um banco de dados, com o histórico, a descrição do tipo de pavimento, dados geométricos, extensões, entre outros aspectos. A montagem de um cadastro confiável pode exigir muitos esforços e um custo considerável, porém o monitoramento da malha viária, em avaliações futuras e periódicas seriam facilitadas e com maior objetividade. O levantamento utiliza planilhas de identificação e caracterização das diversas seções dos trechos, o que possibilita uma análise completa de toda a malha viária; a utilização de métodos computacionais com auxílio de relatório fotográfico facilita o levantamento periódico e o monitoramento das vias.

Avaliação dos pavimentos com a aplicação futura do método aqui apresentado (PCI) revelou-se muito eficiente, pois conta com uma operacionalidade bastante simples, de baixo custo e retrata de forma concreta e realista a condição funcional do pavimento, além de dar bons indicativos da condição estrutural da via. O método de levantamento dos dados se demonstrou muito simples e eficiente, podendo ser feito por pessoas com conhecimento técnico básico e orientação metodológica adequada, o que facilitaria a obtenção de dados.

Referências

- AASHTO. *AASHTO Guidelines for Pavement Management System*: American Association of State Highway and Transportation Officials . Washington, DC, 1990.
- APS, M.; BALBO, J.; SEVERI, A. A. Avaliação superficial de pavimentos asfálticos em vias urbanas utilizando o método do PCI. In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 31., 1998, São Paulo. *Anais...* Rio de Janeiro: ABPV, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 6973*: classificação viária nacional na modalidade rodoviária. Rio de Janeiro, 1976.
- BALBO, J. T. *Pavimentação asfáltica*: materiais, projeto e restauração. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- BALBO, J. T. *Pavimentos asfálticos*: patologias e manutenção. São Paulo: Plêiade, 1997.
- BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. *Manual de pavimentação*. Rio de Janeiro, 2006.
- FERNANDES JUNIOR, J. L.; ODA, S.; ZERBINI, L. F. *Defeitos e atividades de manutenção e reabilitação em pavimentos asfálticos*. São Carlos: Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Paulo, Departamento de Transportes, 2006. Apostila.
- GONÇALVES, F. J. P. *Diagnóstico e manutenção de pavimentos*: ferramentas auxiliares. Passo Fundo: Ed. Universidade, 2007.
- METROPOLITAN TRANSPORTATION COMMISSION & ERES CONSULTANTS. *Pavement condition index distress identification manual for asphalt and surface treatment pavements*. 2nd. ed. Oakland: Metropolitan Transportation Commission, 1993.
- SÃO PAULO. Prefeitura. *IP-02: classificação das vias urbanas*. Disponível em: <http://portal.prefeitura.sp.gov.br/secretaria/infraestrutura/urbana/pavimentacao_comunitaria/normas/0001>. Acesso: 30 out. 2009.
- SCARANTO, M. *Procedimentos aplicáveis na definição de medidas para a manutenção de pavimentos urbanos com revestimentos asfálticos*. 161 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia)-Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo, 2007.
- SHAHIN, M. Y. *Pavement management for airports, roads and parking lots*. 2nd. ed. New York: Springer Science+Business Media, 2005.