

CONSIDERAÇÕES SOBRE AVALIAÇÕES DE VIAS PARA A IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS URBANOS

Fábio Zanchetta
Josiane Palma Lima
Simone Becker Lopes
José Leomar Fernandes Júnior
Universidade de São Paulo
Escola de Engenharia de São Carlos
Departamento de Transportes

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo de caso realizado na cidade de São Carlos-SP, onde está sendo implantado um Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPU), tendo por objeto de análise as avaliações da condição dos pavimentos. Como ponto de partida considerou-se a sistemática proposta pelo Programa SHRP, procurando-se analisar os principais fatores intervenientes na qualidade dos resultados. O painel de avaliadores foi composto por alunos da Pós-Graduação do Departamento de Transportes da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. As avaliações foram realizadas por caminhamento ou dentro de veículo a baixa velocidade, individualmente ou em duplas. São discutidos os levantamentos de dados do inventário e faz-se uma análise da precisão e produtividade média da avaliação dos pavimentos. Ao final, com o intuito de fornecer subsídios para implantação em outras localidades, apresenta-se uma síntese dos resultados obtidos e como eles podem ser utilizados para a gerência de pavimentos em nível de rede, ou seja, para a previsão orçamentária, priorização de seções e seleção de estratégias de intervenção nos pavimentos.

ABSTRACT

This work presents a pilot study developed at the city of Sao Carlos, State of Sao Paulo, Brazil, where it has been implemented an Urban Roadway Management System. Its main object of analysis is the evaluation of pavement condition. The starting point was the Distress Identification Manual of the SHRP Program, with emphasis to the most important intervenient factors on the quality of the results. The survey panel was composed by graduate students from the Department of Transportation, Sao Carlos Engineering School, University of Sao Paulo. The evaluations were performed by walking or in a low speed car, individually or in pairs. It is discussed the inventory data and it is analyzed the precision and productivity of the pavement evaluation. Finally, aiming to support the implementation of urban roadway management systems in other cities, it is present a synthesis of the results and it is shown how they can be used at network level, i.e., for the budget forecast, prioritization and selection of maintenance and rehabilitation strategies.

1. INTRODUÇÃO

O principal objetivo de um sistema de transportes é promover, com segurança, economia e conforto, o movimento de pessoas e mercadorias, visando aumentar a atividade econômica e o desenvolvimento. Para tanto, são necessárias intervenções na malha viária, pois os pavimentos deterioram-se com o passar do tempo, sob ação do tráfego e das intempéries.

É de grande importância a gerência de pavimentos, para que as melhores estratégias de intervenção sejam escolhidas e, desta forma, consiga-se manter os pavimentos na melhor condição possível com o menor custo para a sociedade. Além disso, o aperfeiçoamento da infra-estrutura de transportes aumenta o padrão de vida e valoriza a comunidade.

Em um país como o Brasil, onde os recursos são escassos, deve ser maior ainda a ênfase dada à otimização da utilização dos recursos, com a garantia de boas condições para as vias públicas sendo resultado de uma abordagem organizada e compatível com os serviços do dia-a-dia do organismo rodoviário.

Este trabalho tem por objeto de estudo as avaliações da condição dos pavimentos, procurando analisar os principais fatores intervenientes na qualidade dos resultados. Destaca as vantagens de um sistema de gerência de pavimentos em relação à gerência informal, que prevalece na maior parte das cidades brasileiras. Também destaca os benefícios do uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) na gerência de pavimentos.

2. OBJETIVOS

Os objetivos do estudo de caso desenvolvido são:

- Comparar diferentes sistemáticas de avaliação dos pavimentos: caminhamento ou dentro de veículo a baixa velocidade; individual ou em duplas;
- Avaliar o tempo necessário para o levantamento e a facilidade de obtenção dos dados, considerando as diferentes sistemáticas;
- Apresentar os dados de inventário necessários à gerência de pavimentos e sua interface com outras infra-estruturas urbanas;
- Discutir os resultados obtidos e como eles podem ser utilizados para a gerência em nível de rede.

3. SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS URBANOS

A gerência de pavimentos não é um conceito novo, pois decisões são tomadas todos os dias pelos organismos responsáveis pelos pavimentos. A idéia por trás da gerência de pavimentos é aumentar a eficiência da tomada de decisão, expandindo seu alcance, provendo avaliações para as conseqüentes decisões e assegurar a consistência das decisões tomadas em diferentes níveis de uma mesma organização (HAAS et al., 1994).

Segundo Shahin (1994), quando questionados por que não utilizam as mais recentes técnicas de gerência de pavimento, uma das respostas dos responsáveis é que não podem dispor dos recursos para inspeções, que preferem usar o dinheiro para a manutenção dos pavimentos. Não entendem que a gerência de pavimentos pode ser apresentada como: “invista agora, ou pague muito mais depois”.

É preciso terminar com o círculo vicioso em que não se inicia um sistema de gerência de pavimentos porque não há recursos, dados de inventário, nem pessoal treinado, pois no fim gasta-se mais dinheiro público nas desesperadas reabilitações, muitas vezes sem critério técnico algum.

Haas et al. (1994) salientam que as informações necessárias para cada nível de gerência devem ser coletadas e atualizadas periodicamente. Os critérios de decisão devem ser estabelecidos e quantificados e as estratégias alternativas devem ser identificadas. É preciso fazer a previsão do desempenho e dos custos de cada alternativa e, ainda, desenvolver procedimentos de otimização que considerem todo o ciclo de vida do pavimento. Finalmente, deve-se implantar todas estas atividades de gerência e usar a estratégia ótima selecionada.

Mais recentemente, os SGP têm utilizado Sistemas de Informações Geográficas (SIG), que combinam uma base de dados com mapas digitalizados, possibilitando a visualização de vários dados isolados ou agrupados em mapa. Como as informações sobre os pavimentos têm um caráter espacial, a tendência é aumentar cada vez mais a participação da tecnologia SIG nas aplicações dos SGP em organismos estaduais ou locais.

4. ESTUDO DE CASO

Esta pesquisa foi realizada no município de São Carlos, que tem aproximadamente 200.000 habitantes e está situado na região central do estado de São Paulo, possuindo uma área total de 1.132 km², dos quais apenas 55 km² correspondem à área urbana. A cidade apresenta em torno de 8.000.000 m² de vias urbanas.

A Prefeitura Municipal de São Carlos, através da Secretaria Municipal de Obras, Transportes e Serviços Públicos (SMOTSP) e contando com a participação do Departamento de Transportes da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (STT – EESC – USP), está implantando um sistema de gerência de pavimentos, o que motivou este trabalho, que faz parte do processo inicial de levantamento de dados de inventário e de avaliação da condição do pavimento.

Uma base de dados digitalizada do mapa da cidade de São Carlos foi fornecida pela Prefeitura Municipal, juntamente com informações já inseridas. Foram selecionados os campos de interesse para o Sistema de Gerência de Pavimentos (ruas, nome de ruas, quadras, setores fiscais, divisão de loteamentos, limites da cidade), os quais serviram de base para os levantamentos de campo.

Foi utilizado um Sistema de Informações Geográficas para Transportes (SIG-T). A seção de avaliação corresponde, em geral, a uma quadra e tem um código único de identificação (ID), gerado aleatoriamente pelo SIG-T, além de outro código composto pela classe funcional, o setor e a quadra do cadastro imobiliário.

O levantamento de defeitos, realizado por alunos do programa de Pós-graduação do Departamento de Transportes da Escola de Engenharia de São Carlos (USP), tem por base o Manual de Identificação de Defeitos de Pavimentos do *Strategic Highway Research Program* (SHRP, 1993). A planilha de avaliação consiste de três partes: a primeira contém os dados de inventário, a segunda é usada para a avaliação subjetiva do pavimento e a última é utilizada para a avaliação objetiva dos defeitos.

4.1. Inventário

A Figura 1 apresenta a parte da planilha que contém os dados de inventário, dos quais alguns são conhecidos antes da ida ao campo, enquanto outros ou são obtidos no momento da avaliação, ou, ainda, se não encontrados, são posteriormente incluídos.

O campo ID é o código único de cada seção. O “código da seção” é formado por três itens (classe funcional, setor e quadra). Os campos “Nome da via”, “Da” e “Até” definem o segmento a ser avaliado, com seu início e fim. A “classe funcional” é dividida em três categorias (arterial, coletora e local), enquanto o “setor” e a “quadra” são encontrados em mapas que trazem informações do cadastro imobiliário. O SIG-T fornece diretamente o “comprimento” de cada seção, mas a “largura” é medida em campo durante a avaliação, com auxílio de uma trena. O “número de faixas” também é determinado quando das avaliações.

Um grande problema, encontrado também em São Carlos é que as prefeituras, em geral, não mantêm inventários atualizados da malha urbana, dificultando muito a identificação das seções a serem avaliadas.

Os mapas disponíveis nem sempre estão atualizados quanto à pavimentação, sendo necessária, em alguns casos, a confirmação da existência da seção. Em relação aos campos “tipo de estrutura”, “ano de construção”, “ano da última M&R”, “tipo da última M&R”, “volume de tráfego”, “volume de caminhões” e “taxa de crescimento”, raramente estão disponíveis previamente, sendo na medida do possível levantados pelos avaliadores quando da ida ao campo.

INVENTÁRIO DA REDE VIÁRIA URBANA				
ID da Seção:		Folha:		Código da Seção:
Nome da Via				Sentido
Da:				
Até:				
Classe Funcional:		Setor:	Quadra	
Comprimento:		Largura:	Nº de Faixas:	
Tipo de Pavimento	Tipo de Estrutura	Condição do Subleito		Tipo de Rota
Ano de Construção	Ano da Última M&R		Tipo da Última M&R	
Volume de Tráfego	Volume de Caminhões		Taxa de Crescimento	
Responsável:			Data:	

Figura 1: Planilha com dados de inventário

4.2. Avaliação subjetiva

A Figura 2 apresenta a parte da planilha relacionada à avaliação subjetiva da condição do pavimento, que resulta da atribuição de um valor de ICP entre zero e cem, por parte do avaliador. Avalia-se, também, o grau de intervenção do SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto), que pode ser baixo, médio ou alto; enquanto os campos “drenagem” e “calçada” são preenchidos quanto à aceitabilidade de sua condição. O campo “aceitável” refere-se a aceitabilidade da condição do pavimento, sendo que o avaliador também indica a estratégia de M&R mais adequada.

AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO DO PAVIMENTO		
ICP:	Aceitável:	M & R Prevista:
SAAE	Calçada:	Drenagem:

Figura 2: Planilha para avaliação subjetiva do pavimento

4.3. Avaliação objetiva

A Figura 3 apresenta a parte da planilha que é utilizada para a avaliação objetiva, onde são considerados os defeitos, com sua respectiva ponderação, extensão, e grau de severidade. São definidos os pontos dedutíveis de cada defeito, que depois de somados, são subtraídos de cem para que seja calculado o ICP da seção avaliada. Nota-se que os defeitos “trincas transversais”, “agregados polidos”, “desnível pista-acostamento” e “bombeamento” possuem apenas N/C (“não considerado”), porque, apesar de constarem do Manual do SHRP (1993), ou não foram encontrados ou dizem respeito a rodovias e não a pavimentos urbanos. Quando o volume de dados for maior, o cálculo do ICP poderá ser feito em função do tipo, severidade e extensão dos defeitos.

QUANTIFICAÇÃO DOS DEFEITOS					
TIPO DE DEFEITO	SEVERIDADE			PONTOS DEDUTÍVEIS	
	Baixa	Média	Alta	Intervalo	Avaliação
1 - Trincas por Fadiga (m ²)				0 a 15	
2 - Trincas em Blocos (m ²)				0 a 5	
3 - Defeitos nos Bordos (m)				0 a 5	
4 - Trincas Longitudinais (m)				0 a 5	
5 - Trincas por Reflexão (m ²)				0 a 5	
6 - Trincas Transversais (m)				N/C	
7 - Remendos (m ²)				0 a 15	
8 - Painelas (m ²)				0 a 10	
9 - Deformação Permanente (m)				0 a 15	
10 - Corrugação (m ²)				0 a 5	
11 - Exsudação (m ²)				0 a 5	
12 - Agregados Polidos (m ²)				N/C	
13 - Desgaste (m ²)				0 a 15	
14 - Desnível Pista-Acostamento (m)				N/C	
15 - Bombeamento (m ²)				N/C	
OBSERVAÇÃO:					? =
FOTO:					ICP =

Figura 3: Planilha para avaliação objetiva do pavimento

4.4. Trabalho de campo

Antes do início efetivo do trabalho de campo por parte da equipe de avaliadores, foi necessário um treinamento. Para tanto, um avaliador experiente fez algumas avaliações com o grupo, composto por alunos de pós-graduação em infra-estrutura de transportes, já familiarizados com os conceitos de gerência de pavimentos e com as patologias dos pavimentos flexíveis, para que algumas dúvidas sobre como considerar a extensão e a severidade dos defeitos fossem sanadas. Somente após uma aceitável padronização é que os avaliadores foram ao campo efetivamente e de forma independente. Dúvidas específicas surgiram, sendo colocadas para discussão nas reuniões de fim de expediente do grupo, em que todos participavam e aproveitavam para manter a padronização das avaliações.

Em bairros com baixo volume de tráfego foram realizadas, muitas vezes, levantamentos dentro de um veículo, em equipes de duas pessoas. A velocidade do veículo durante a avaliação foi de cerca de 10 a 20 km/h. Mas sempre que alguma seção apresentava dúvida sobre o tipo, extensão ou severidade do defeito, parava-se o veículo e a inspeção era feita por caminhamento, embora tais ocorrências tenham sido pouco frequentes.

Deve-se destacar que o levantamento de defeitos no campo também serve para a escolha da atividade de manutenção e reabilitação dos pavimentos (gerência em nível de rede), em função da extensão e severidade dos defeitos que são registradas na planilha de levantamento de campo de cada seção da malha viária. Apenas no caso de necessidade de dimensionamento de reforço ou de um pavimento novo (reconstrução) há a necessidade de investigações complementares, na forma de avaliação estrutural não destrutiva no campo, com viga Benkelman ou FWD (*Falling Weight Deflectometer*), e com coleta de amostras para ensaios laboratoriais.

Tabela 3: Previsão da necessidade orçamentária para a malha viária urbana de São Carlos-SP

ESTRATÉGIA DE INTERVENÇÃO	EXTENSÃO DA MALHA VIÁRIA (km)	CUSTO UNITÁRIO* (R\$ / km)	CUSTO TOTAL (R\$)
NF	523,8	-	-
MC	109,8	40.000,00	4.392.000,00
MP	75,6	110.000,00	8.316.000,00
RF	14,6	220.000,00	3.212.000,00
RC	8,4	290.000,00	2.436.000,00

* admitindo-se uma largura média de 8,50 m.

6. CONCLUSÕES

Com este trabalho nota-se a necessidade de planejamento antes de ser iniciado o processo de implantação de um SGP. É preciso haver um banco de dados de inventário atualizado constantemente, senão o ritmo das avaliações é prejudicado e o controle das seções a serem avaliadas e das já avaliadas fica mais difícil. Além disso, é importante haver treinamento da equipe de avaliadores, de modo a padronizar os critérios adotados nas avaliações.

O SIG-T mostrou-se bastante ágil, tanto para geração das planilhas de avaliação e mapas setorizados, quanto para atualização e visualização dos dados. Mas não se deve usá-lo somente como um banco de dados e sim para transformar em informações esses dados, processando-os, executando análises e realizando simulações.

É necessário que as Prefeituras Municipais brasileiras tomem ciência da existência e dos benefícios da implantação de um Sistema de Gerencia de Pavimentos, para que os recursos públicos, normalmente inferiores às necessidades, sejam alocados de forma eficiente e racional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carey, W. N.; P. E. Irick (1960). The Pavement Serviceability. Performance Concept. *Highway Research Board Bulletin* 250, p.40-58.
- Haas, R.; W. R. Hudson; J. Zaniewski (1994). *Modern Pavement Management*.
- Shahin, M. Y. (1994). *Pavement Management for Airports, Roads and Parking Lots*.
- SHRP (1993). *Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement performance Studies*. The Strategic Highway Research Program. National Academy of Science. Washington, D.C.

Endereço dos Autores:

Fábio Zanchetta (fabio_zanchetta@yahoo.com.br)

Josiane Palma Lima (jpalma@sc.usp.br)

Simone Becker Lopes (simone@sc.usp.br)

José Leomar Fernandes Júnior (leomar@sc.usp.br)

Departamento de Transportes, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo
Av. Trabalhador Sãocarlense, 400 – 13566-590 – São Carlos – SP, Brasil

Tabela 1: Distribuição percentual da condição dos pavimentos e das estratégias de M & R

CONDIÇÃO DO PAVIMENTO		ICP		M & R	
		SUBJETIVO	CALCULADO	ESTRATÉGIA	(%)
ICP \geq 90	Muito Boa	35,9	53,3	NF	72,0
$80 \leq$ ICP < 90	Boa	46,3	35,9	MC	18,9
$70 \leq$ ICP < 80	Regular	15,0	9,6	MP	6,6
$60 \leq$ ICP < 70	Ruim	1,9	1,0	RF	1,9
ICP < 60	Muito Ruim	0,8	0,1	RC	0,6

Observa-se que, em função dos pontos dedutíveis adotados para os defeitos considerados na avaliação dos pavimentos, não há boa correlação entre as avaliações subjetivas e os valores de ICP calculados. Deve-se, portanto, investigar novos intervalos para os pontos dedutíveis, particularmente para os defeitos que têm pouca incidência, pois geralmente os valores de ICP calculados apresentaram-se maiores do que os valores de ICP subjetivos. Deve-se destacar que os dados de futuras avaliações podem permitir a determinação de fatores de ponderação e, conseqüentemente, o cálculo muito mais preciso do ICP.

Os resultados do levantamento de defeitos no campo são apresentados, de forma resumida, na Tabela 2, com destaque para as ocorrências de defeitos com nível de severidade e extensão tais que o valor dos pontos dedutíveis superava o valor médio do intervalo de variação. Somando-se as porcentagens de ocorrência de defeitos associados a uma mesma estratégia de intervenção nos pavimentos, tem-se: MC: 14,8%; MP: 10,2%; RC ou RF: 4,2%; NF: 70,8%.

Tabela 2: Distribuição percentual de ocorrência de defeitos com pontos dedutíveis superiores à metade do intervalo de variação

TIPO DE DEFEITO	PONTOS DEDUTÍVEIS	PORCENTAGEM DE OCORRÊNCIA	ESTRATÉGIA DE M & R
1 – Trincas por Fadiga	≥ 8	3,70	RF ou RC
2 – Trincas em Blocos	≥ 3	0,13	MC
3 – Defeitos nos Bordos	≥ 3	3,70	MC
4 – Trincas Longitudinais	≥ 3	0,85	MC
5 – Trincas por Reflexão	≥ 3	0,15	MC
7 – Remendos	≥ 8	5,23	MC
8 – Painelas	≥ 6	3,63	MC
9 – Deformação Permanente	≥ 8	0,46	RF ou RC
10 – Corrugação	≥ 3	0,41	MC
11 – Exsudação	≥ 3	0,74	MC
13 – Desgaste	≥ 8	10,22	MP

Para fins de previsão orçamentária, ou seja, para a gerência de pavimentos em nível de rede, podem ser adotados os valores mostrados na Tabela 3. O valor total necessário para intervenções na malha viária urbana, da ordem de dezoito milhões de reais, corresponde a aproximadamente quatro vezes e meia o orçamento anual destinado a obras viárias (R\$ 4.000.000,00). Não há, portanto, condições práticas para se resolver o problema imediatamente. Percebe-se, porém, que a política de se executar intervenções apenas quando o pavimento apresenta um estágio avançado de deterioração deveria ser substituída, com vantagens no médio e longo prazos, por intervenções de caráter preventivo, uma vez que o maior diferencial de custos ocorre entre as atividades de manutenção preventiva (MP) e os reforços estruturais (RF).

Deve-se destacar que o levantamento de defeitos no campo também serve para a escolha da atividade de manutenção e reabilitação dos pavimentos (gerência em nível de rede), em função da extensão e severidade dos defeitos que são registradas na planilha de levantamento de campo de cada seção da malha viária. Apenas no caso de necessidade de dimensionamento de reforço ou de um pavimento novo (reconstrução) há a necessidade de investigações complementares, na forma de avaliação estrutural não destrutiva no campo, com viga Benkelman ou FWD (*Falling Weight Deflectometer*), e com coleta de amostras para ensaios laboratoriais.

Tabela 3: Previsão da necessidade orçamentária para a malha viária urbana de São Carlos-SP

ESTRATÉGIA DE INTERVENÇÃO	EXTENSÃO DA MALHA VIÁRIA (km)	CUSTO UNITÁRIO* (R\$ / km)	CUSTO TOTAL (R\$)
NF	523,8	-	-
MC	109,8	40.000,00	4.392.000,00
MP	75,6	110.000,00	8.316.000,00
RF	14,6	220.000,00	3.212.000,00
RC	8,4	290.000,00	2.436.000,00

* admitindo-se uma largura média de 8,50 m.

6. CONCLUSÕES

Com este trabalho nota-se a necessidade de planejamento antes de ser iniciado o processo de implantação de um SGP. É preciso haver um banco de dados de inventário atualizado constantemente, senão o ritmo das avaliações é prejudicado e o controle das seções a serem avaliadas e das já avaliadas fica mais difícil. Além disso, é importante haver treinamento da equipe de avaliadores, de modo a padronizar os critérios adotados nas avaliações.

O SIG-T mostrou-se bastante ágil, tanto para geração das planilhas de avaliação e mapas setorizados, quanto para atualização e visualização dos dados. Mas não se deve usá-lo somente como um banco de dados e sim para transformar em informações esses dados, processando-os, executando análises e realizando simulações.

É necessário que as Prefeituras Municipais brasileiras tomem ciência da existência e dos benefícios da implantação de um Sistema de Gerencia de Pavimentos, para que os recursos públicos, normalmente inferiores às necessidades, sejam alocados de forma eficiente e racional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carey, W. N.; P. E. Irick (1960). The Pavement Serviceability. Performance Concept. *Highway Research Board Bulletin* 250, p.40-58.
- Haas, R.; W. R. Hudson; J. Zaniewski (1994). *Modern Pavement Management*.
- Shahin, M. Y. (1994). *Pavement Management for Airports, Roads and Parking Lots*.
- SHRP (1993). *Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement performance Studies*. The Strategic Highway Research Program. National Academy of Science. Washington, D.C.

Endereço dos Autores:

Fábio Zanchetta (fabio_zanchetta@yahoo.com.br)

Josiane Palma Lima (jpalma@sc.usp.br)

Simone Becker Lopes (simone@sc.usp.br)

José Leomar Fernandes Júnior (leomar@sc.usp.br)

Departamento de Transportes, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo
Av. Trabalhador Sãocarlense, 400 – 13566-590 – São Carlos – SP, Brasil