

# **AVALIAÇÃO DE VIAS VISANDO AO DESENVOLVIMENTO DE MODELOS DE PREVISÃO DE DESEMPENHO DE PAVIMENTOS URBANOS**

**Fábio Zanchetta**

**José Leomar Fernandes Júnior**

Universidade de São Paulo

Escola de Engenharia de São Carlos

Departamento de Transportes

## **RESUMO**

Esta tese em andamento estuda Sistemas de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPU) para cidades de pequeno e médio porte. Seu principal objetivo é desenvolver modelos de desempenho de pavimentos urbanos, tendo por base avaliações de toda malha viária, realizadas em 2003 e outras duas avaliações a serem executadas em 2005 e 2007. Pretende-se acompanhar o desempenho das seções e relacioná-lo com atividades de manutenção e reabilitação (M&R) adotadas no período. Serão coletados dados com planilhas e também com equipamento eletrônico (*palm tops*, por exemplo), a fim de indicar a forma mais viável para as administrações municipais, serão avaliados os critérios que definem a nota de ICP, tanto subjetivo quanto objetivo (calculado), e serão verificados quais os defeitos que mais influenciam o desempenho dos pavimentos, visando a definição de intervalos de variação (ponderação) que mais aproximem as notas de ICP calculado e subjetivo. As avaliações serão realizadas de acordo com a metodologia do programa SHRP (1993). Este estudo utilizará um SIG como apoio ao SGP e também discutirá aspectos institucionais que dificultam a implementação e a continuidade do uso de um sistema de gerência de pavimentos.

## **ABSTRACT**

This thesis under development studies Urban Pavement Management Systems for small and medium-sized cities. Its main goal is to develop performance prediction models for urban pavements, based on the results of a complete field survey performed in the paved urban network of the city of Sao Carlos, in 2003. There will also be field surveys in 2005 and 2007. It is intended to evaluate the performance of the sections and its relationship with maintenance and rehabilitation (M&R) activities. It aims to analyze urban pavement evaluation procedures, i.e., paper spreadsheets or electronic devices to indicate the better one to public administrations. It also aims to evaluate the criteria that define the Pavement Condition Index (PCI), which can be obtained subjectively or by the combination of severity and extension of distresses. The evaluations will be carried according to the SHRP methodology (1993), and it will be verified the distresses that influence the performance the most. This study will use a Geographical Information System (GIS) to support the pavement management and will discuss some institutional issues that make more difficult the implementation of an urban PMS.

## **1. INTRODUÇÃO**

Este trabalho, em continuidade aos de Bertollo (1997), Pantigoso (1998), Fernandes Júnior (2001), Lima *et al.* (2004) e Zanchetta (2005), apresenta um estudo sobre Sistemas de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPU) para cidades de pequeno e médio porte. As prefeituras municipais brasileiras geralmente conservam a malha urbana com apenas duas opções extremas: ou recapeamento (porém sem dimensionamento do reforço) ou manutenção corretiva (geralmente na forma de tapa buracos). Não são feitas avaliações periódicas da condição presente da malha urbana e, portanto, não há planejamento adequado das intervenções no pavimento, fato que ocasiona investimentos inadequados dos já escassos recursos públicos.

Uma alternativa viável é um sistema de gerência de pavimentos (SGP) que, a partir de avaliações da condição presente da malha urbana e com a utilização de critérios de decisão, otimize os investimentos na rede viária, de modo a proporcionar, com os recursos disponíveis, a melhor condição possível, cumprindo uma das funções da administração pública.

De acordo com Haas *et al.* (1994), decisões são tomadas todos os dias pelos organismos responsáveis pelos pavimentos, sendo objetivo da gerência de pavimentos aumentar a eficiência da tomada de decisão, expandindo seu alcance, provendo avaliações para as conseqüentes decisões e assegurando a consistência das decisões tomadas em diferentes níveis de uma mesma organização.

Segundo Shahin (1994), quando questionados por que não usam as mais recentes técnicas de gerência de pavimento, uma das respostas dos responsáveis é que não podem dispor dos recursos para inspeções e que preferem usar o dinheiro para reparar o pavimento. Não entendem que gerência de pavimento significa “investir agora para não pagar mais depois”.

No Brasil, a norma DNIT 009/2003-PRO (2003) “Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Procedimentos” disciplina a forma de avaliar subjetivamente os pavimentos rodoviários. Porém, para pavimentos urbanos, não há uma metodologia normalizada. Portanto, faz-se necessária a união de esforços dos pesquisadores e administradores públicos para que seja padronizada a forma de avaliar a superfície dos pavimentos urbanos e que esta seja, ao mesmo tempo, compatível com o dia-a-dia das secretarias municipais.

Para a avaliação objetiva da superfície do pavimento, ou seja, para obtenção do ICP calculado, têm-se basicamente duas normas brasileiras como referência. Uma é a DNER ES-128/83 “Levantamento da condição de superfície de segmento testemunho de rodovia de pavimento flexível ou semi-rígido para gerência de pavimento em nível de rede”, que avalia o pavimento a partir de segmento-testemunho e que serviu de referência para as avaliações realizadas na cidade de Porto Alegre-RS, que está implantando um SGPU com financiamento do Banco Mundial. Porém, de acordo com estudo comparativo conduzido por Zanchetta (2005), o método *SHRP* (1993) mostrou-se mais adequado.

Outra norma que trata da avaliação de vias, particularmente de pavimentos rodoviários, é a DNER PRO 08/94 “Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos”, que faz avaliações por amostragem, tendo sido utilizada por Trichês *et al.* (2003) para, a partir de avaliações que consideram apenas alguns dos defeitos, obter um Índice Funcional do Pavimento (IFP), cujo valor pode ser usado para hierarquizar as seções candidatas a receber alguma atividade de manutenção e reabilitação (M&R).

Além das avaliações que consideram os defeitos das vias, pode-se avaliar a irregularidade longitudinal em áreas urbanas e relacioná-la com o conforto percebido pelo usuário. Esta possibilidade foi explorada por La Torre *et al.* (2002), sendo uma forma rápida de avaliação da superfície e de possível hierarquização das seções. Porém, é necessário verificar a compatibilidade com a hierarquização obtida com os valores de ICP, pois a utilidade dos resultados de avaliações de irregularidade longitudinal em vias urbanas depende muito do equipamento e da tecnologia utilizados.

Para organizar os dados a serem coletados e os já coletados em 2003, o presente trabalho será auxiliado por um programa que usa um Sistema de Informações Geográficas, com ferramentas aplicáveis em procedimentos de Transportes. Um SIG permite a geração de mapas temáticos, possibilitando aos administradores receber e transmitir informações de forma clara e simples.

## **2. OBJETIVOS**

Os principais objetivos desta pesquisa são:

- Avaliar a malha viária urbana de São Carlos, nos anos de 2005 e 2007, como parte do processo de implementação de um Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos, em continuidade ao levantamento realizado em 2003;
- Analisar o desempenho das seções, comparando os valores de ICP calculado e subjetivo das avaliações realizadas em 2003, juntamente com as avaliações que serão realizadas em 2005 e 2007;
- Analisar os efeitos das intervenções executadas pela Prefeitura Municipal de São Carlos-SP entre as datas das avaliações;
- Avaliar a irregularidade longitudinal de pavimentos representativos da malha viária urbana, com o intuito de analisar a hierarquização obtida e compará-la com a classificação resultante dos valores de ICP;
- Avaliar os critérios usados para definição do índice de defeitos combinados (ICP) e verificar quais os defeitos que contribuem significativamente para o ICP das seções;
- Desenvolver modelos de previsão de desempenho de pavimentos para cidades de pequeno e médio porte.

## **3. MÉTODO DE PESQUISA PROPOSTO**

As avaliações serão realizadas utilizando-se planilha adequada, que considera os defeitos do *Strategic Highway Research Program* (SHRP, 1993), na forma de planilha em papel e também com uso de um coletor eletrônico de dados.

Com os dados das três avaliações (2003, 2005 e 2007), será usado um SIG-T, não somente como banco de dados, mas sim como uma ferramenta capaz de transformar dados em informações, processando-os, executando análises e realizando simulações, o que é indispensável na etapa de priorização das seções e seleção da estratégia ótima de intervenção.

Deve-se destacar que todo sistema de gerência de pavimentos rodoviários ou urbanos, seja em nível de rede ou em nível de projeto, precisa de modelos de previsão de desempenho. Portanto, este trabalho tem o intuito de desenvolver modelos de desempenho de pavimentos urbanos, para cidades de pequeno e médio porte, a partir dos dados obtidos em levantamentos de campo, um dos quais já realizado em 2003, e de outros dois que serão realizados em 2005 e 2007.

A partir da revisão bibliográfica, serão definidos os fatores e níveis (variáveis independentes) e os parâmetros caracterizadores do desempenho (variáveis dependentes). Através de Análise de Variância (ANOVA) dos dados coletados, com arranjo das seções através de uma programação fatorial, serão obtidos os modelos de desempenho.

A partir dos modelos de desempenho e da análise do efeito das atividades de manutenção e reabilitação (M&R) executadas será possível identificar quais são os defeitos que mais contribuem para a deterioração dos pavimentos urbanos. Também será analisado o potencial das avaliações de irregularidade longitudinal, realizadas neste trabalho com equipamento de medição a laser, para fornecer informações confiáveis e úteis à implementação de um SGPU.

#### **Agradecimento**

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio à pesquisa, na forma de uma bolsa de doutorado.

#### **BIBLIOGRAFIA PRELIMINAR**

- Bertollo, S. Ap. M. (1997). *Considerações Sobre a Gerência de Pavimentos Urbanos em Nível de Rede*. Dissertação (Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, SP.
- DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - ES 128/83 (1983), “*Levantamento da Condição de Superfície de Segmento Testemunha de Rodovia de Pavimento Flexível ou Semi-Rígido para Gerência de Pavimento em Nível de Rede*”.
- DNIT - Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes - 009/2003-PRO “*Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Procedimentos*”.
- Fernandes Júnior, J. L. (2001). *Sistemas de Gerência de Pavimentos Urbanos para Cidades de Médio Porte*. Texto de Livre-Docência. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, SP.
- Haas, R.; Hudson, R. W.; Zaniewsk, J. (1994). *Modern Pavement Management*. Editora Krieger Publishing Company, Malabar, Florida.
- La Torre, F., Ballerini, L., Di Volo, Neri., (2002). Correlation Between Longitudinal Roughness and User Perception in Urban Areas. *Transportation Research Record 3643*. TRB. National Research Council. Washington, D.C.
- Lima, J. P., Lopes, S. B., Zanchetta, F., Anelli, R. L. S., Fernandes Jr., J. L. (2004). *Uso de SIG para a Gerência de Infra-estrutura de Transportes: Estudo de Caso em São Carlos-SP In: Planejamento Integrado: em busca de desenvolvimento sustentável para cidades de pequeno e médio portes*, 2004, Braga. Planejamento Integrado.
- Pantigoso, J. F. G. (1998). *Uso dos Sistemas de Informação Geográfica para Integração da Gerência de Pavimentos Urbanos com as Atividades das Concessionárias de Serviços Públicos*. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, SP.
- Shahin, M. Y. (1994). *Pavement Management for Airports, Roads and Parking Lots*. Editora Chapman & Hall, New York, NY
- SHRP (1993). *Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Studies*. The Strategic Highway Research Program. National Academy of Science. Washington, D.C.
- Trichês, G., Freitas, E. S., Ulysséa Neto, I. (2003) *Um Método de Análise das Condições de Pavimentos Urbanos com Enfoque para a Manutenção, Utilizando Sistemas de Informações Geográficas*. Anais do XVII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes - ANPET-2003, Volume 1. Rio de Janeiro.
- Zanchetta, F. (2005) *Aquisição de Dados Sobre a Condição dos Pavimentos Visando a Implementação de Sistemas de Gerência de Pavimentos Urbanos*. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, SP.

#### **Endereço dos Autores:**

Fábio Zanchetta (fabio\_zanchetta@yahoo.com.br)

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

Departamento de Transportes, Escola de Engenharia de São Carlo Carlos, Universidade de São Paulo.

Av. Trabalhador Sãocarlense, 400 - CEP 13566-590 - São Carlos, SP, Brasil

Fone: (16) 3373-9598; Fax: (16) 3373-9602.