

## **SISTEMAS DE GERÊNCIA DE MANUTENÇÃO DE PAVIMENTOS-SGP**

Um sistema de gerência de manutenção de pavimentos, visa basicamente o planejamento das ações de conservação, priorizando os serviços nos trechos mais degradados, levando em conta a durabilidade e a redução de custos das intervenções.

### **1- SGP de Baixa Complexidade:**

O banco de dados contém:

1- Informações do tráfego;

2- Avaliações funcionais dos trechos de vias;

3- Levam em consideração apenas os defeitos que mais influem no nível de conforto dos usuários e na velocidade de degradação do pavimento, como buracos, trincas, remendos e ondulações, cuja ocorrência e severidade é avaliada, em geral, subjetivamente.

Existem várias dezenas de programas computacionais disponíveis no mercado, para viabilizar a gestão de manutenção de malhas viárias, sendo que a maioria gera os seguintes tipos de relatório:

- Fornecem um diagnóstico do estado do pavimento;
- Geram relatórios de priorização dos trechos;
- Indicam alternativas de manutenção, conforme valores limites do índice de qualidade do pavimento;
- Permitem orçar os serviços de manutenção previstos para cada trecho do viário.

Para a implantação de um Sistema de Gerência de Manutenção de Pavimentos-SGP, de baixa complexidade, basta escolher um modelo que se adapte à malha viária a ser estudada, treinar os avaliadores, para a utilização do SGP, que envolve aula teórica e prática, que dura em média um dia.

Estes técnicos irão percorrer as vias da rede viária, apontando numa planilha os tipos de defeitos encontrados, a área de incidência destes defeitos e a sua severidade. Com estes parâmetros é possível montar o banco de dados em programas computacionais, como "EXCEL", e calcular o índice de qualidade (PSR, VSA, IGG, QI, ISU, IP e outros).

Antes de proceder às avaliações de campo, é importante definir uma relação de vias, agrupadas segundo a sua hierarquia e volume de tráfego, como por exemplo: vias expressas, grandes avenidas, vias coletoras e vias locais.

Após a aplicação do modelo HDM-3, em 1991, e do modelo HDM-4 em 2002 e 2009, na malha viária da Cidade de São Paulo, pelo Laboratório de Mecânica de Pavimentos da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, verificou-se que, em média, a extensão do sistema viário principal de cada uma das 32 Subprefeituras, representa entre 10 a 14% do seu sistema viário total, o que resulta entre 40 a 80 km de vias expressas, grandes avenidas e vias coletoras por Subprefeitura, e a cidade como um todo, possui cerca de 2.000 km de vias de grande importância para o tráfego que exigem maiores cuidados na gestão de manutenção, pois é por elas que circulamos diariamente.

Resumindo, verificamos que um SGP consta de um banco de dados que contém as informações físicas das vias como nome, extensão, largura, curvas horizontal e vertical, condições de drenagem, etc., que em geral não mudam com o tempo, e os dados variáveis como avaliações funcionais, de tráfego e estruturais, e módulos que geram relatórios gerenciais baseados nas avaliações de campo.

### **1.2 Vantagens dos SGP de Baixa Complexidade:**

- Rápida assimilação pelos avaliadores;
- Imediata aplicação pelos gestores de manutenção;
- Padronização dos levantamentos de defeitos existentes;
- O banco de dados pode ser implantado em qualquer programa computacional de planilha eletrônica, que já calcula o índice de qualidade da superfície do pavimento;
- Fornece um diagnóstico do estado de manutenção da malha viária;
- Prioriza os trechos que receberão as intervenções de manutenção, segundo a relação crescente dos índices de qualidade do pavimento;
- Permite identificar os intervalos de valores do índice de qualidade dos pavimentos (serventia), para os quais se pode prescrever diversos serviços de manutenção, e estabelece valores limites do índice que serve de gatilho para demarrar ações de reparação preventivas, recapeamentos ou reforços estruturais;
- Permite orçar os serviços, com base na intervenção de manutenção apontado pelo índice de qualidade.

### **1.3 Desvantagens dos SGP de Baixa Complexidade:**

- Quando as avaliações funcionais são obtidas subjetivamente, as medidas feitas no campo podem conter imprecisões maiores do que as realizadas com aparelhos, além de erros que podem ocorrer por falta de um bom treinamento inicial dos técnicos;
- Não permitem obter: a relação de benefício/custo dos serviços de manutenção, o tempo de vida útil remanescente dos trechos, cálculos de custo operacional da frota. Alguns índices de serventia ainda não apresentam equações com boa correlação com índices conhecidos e largamente empregados por órgãos de manutenção viárias nacionais ou estrangeiros, como o IRI "Internacional Roughness Index" e outros (9);
- Não permite dimensionar espessura das camadas de reforço.

Os SGP de Baixa Complexidade, desenvolvidos empiricamente são largamente utilizados em países como a Alemanha, França, Suíça, Austrália, EUA, entre outros, e no Brasil, o DNIT possui um modelo de gerência bastante utilizado para priorização, denominado Índice de Prioridade-IP (6), que é determinado através da ponderação do Índice de Estado da Superfície-IES e do Índice de Custo Operacional-IC, o IES é função do Índice de Gravidade Global Estimado-IGGE e do valor de serventia do pavimento, enquanto que o IC é função do Quociente de Irregularidade e do Volume Médio Diário do tráfego. Por sua vez o IGGE é função da frequência de trincas, remendos e panelas, ondulações e afundamentos plásticos.

### **2- SGP Complexos:**

O programa HDM-4 do Banco Mundial, desenvolvido por pesquisadores inclusive do Brasil, é um dos sistemas mais completos para gerenciar a manutenção de malhas viárias, mas a sua implantação exige: treinamento demorado dos operadores do órgão de manutenção, elaboração de um banco de dados com cerca de 149 informações por trecho de via, incluindo dados físicos e variáveis que devem ser atualizados periodicamente.

O tempo médio de implantação do sistema HDM-4 é de 2 anos, e o investimento inicial para operar o programa é da ordem de R\$ 3.000.000,00; incluindo compra do software, contratação dos levantamentos físicos da malha viária (inclui projeto original do pavimento e histórico de manutenções), contratação das avaliações funcionais, estruturais e do tráfego, e treinamento do pessoal que irá operar o programa.

Segundo técnicos do Banco Mundial, o programa HDM-4 visa a redução dos custos de transporte para a sociedade.

Os principais produtos gerados pelo programa HDM-4 são:

- a-Relatórios de diagnóstico do estado do pavimento;
- b- Relatórios de tipos de defeitos encontrados (área de incidência e severidade);
- c- Relatórios de priorização dos trechos que devem sofrer intervenções de manutenção com base no máximo benefício dos usuários ou segundo a melhor taxa interna de retorno do investimento em manutenção (considerando o fluxo de caixa dos investimentos de manutenção que pode incluir, por exemplo, empréstimos bancários) ou ainda outros métodos mistos;
- d- Relação benefício/custo das intervenções de manutenção;
- e- Determinação do tempo de vida de serviço remanescente dos trechos de pavimento;
- f- Relatório de custos de manutenção de cada trecho;
- g- Escolha da solução de manutenção mais indicada para cada trecho (define a de menor custo e de maior durabilidade) dimensionando as espessuras das camadas com base nas avaliações estruturais (defletométricas);
- h- Calcula custo operacional da frota que circula pela malha em função das avaliações funcionais do pavimento, o que permite analisar e compor valores de tarifação de ônibus ou de pedágio, entre outros.
- i-Faz agendamento futuro das intervenções de manutenção, indicando os locais, as datas e tipos de manutenção a serem executadas com os respectivos custos, antes do início do colapso do pavimento nestes trechos.

### **3-PROPOSTA DE SGP PARA A CIDADE DE SÃO PALO**

Devido à grande diversidade de valores da serventia do pavimento verificado nas vias da cidade, um sistema de gerência de baixo custo é uma alternativa viável por vários anos, até que a qualidade do pavimento de toda a malha se torne mais homogênea e apresente maiores dificuldades para ser avaliado subjetivamente, e com isto exigir a introdução de técnicas mais apuradas de gestão como o programa HDM-4, do Banco Mundial.

Preocupados com a falta de gestão de manutenção do viário da cidade, vários técnicos, acadêmicos e pesquisadores, da área da engenharia de transportes, propuseram no Simpósio Internacional de Manutenção e Restauração de Pavimentos e Controle Tecnológico, realizado em São Paulo no ano 2.000, a implantação de um SGP de baixa

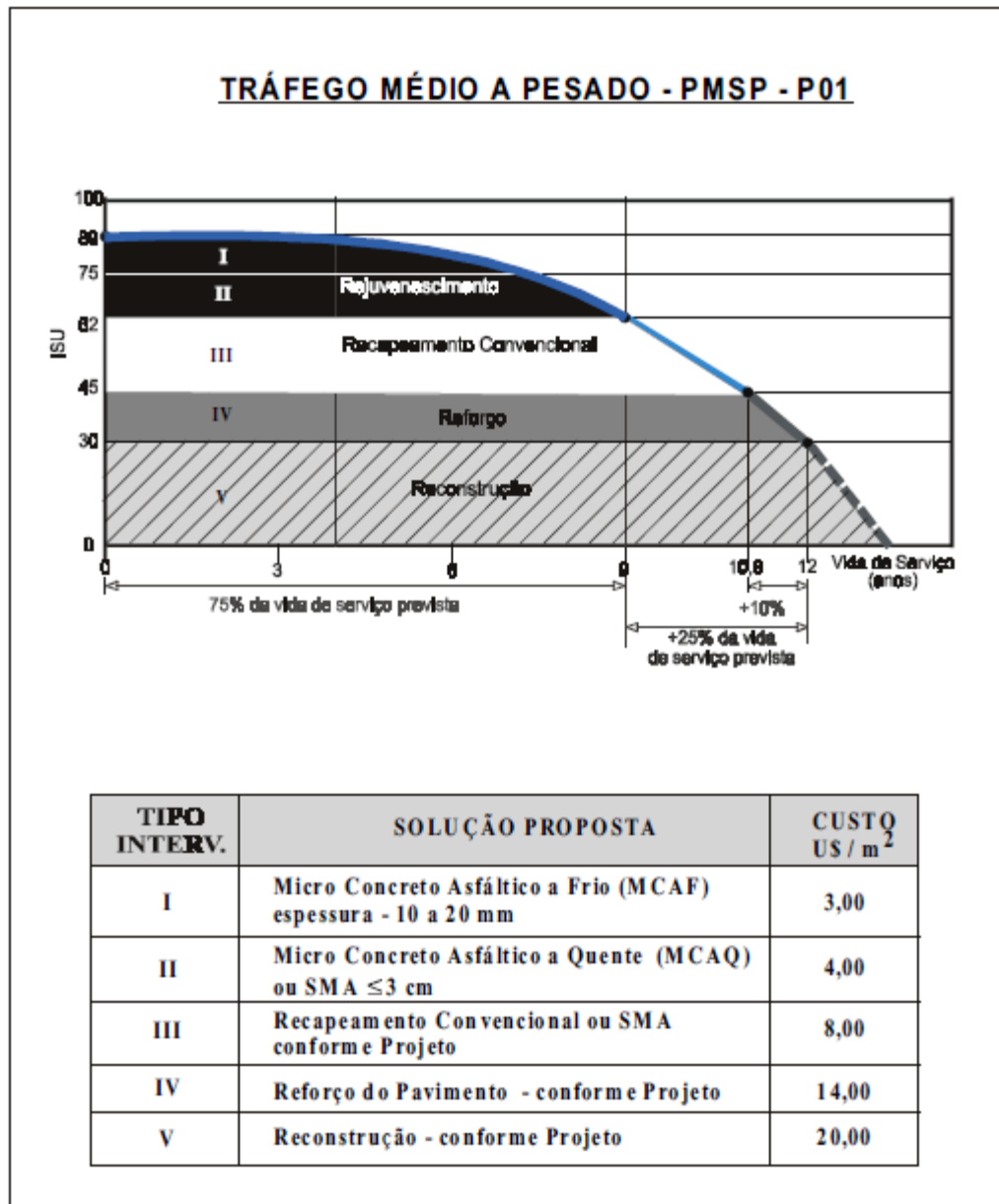
complexidade empregado em diversos países da Europa, América do Norte e Austrália, denominado Plano de Gestão de Manutenção com Propostas de Rejuvenecimento Asfáltico para Pavimentos Urbanos na Cidade de São Paulo (1).

Por ser um SGP de baixa complexidade, possui todas as vantagens de implantação, citados no item 1.2, deste texto, e quando forem necessários resultados mais precisos, não alcançados pelas avaliações realizadas através das medidas do Índice de Serventia Urbano-ISU para a priorização de trechos a serem conservados, será o momento para migrar para sistemas mais complexos de gestão.

---

XXX

**FIM**



**FIGURA II: Soluções de Manutenção para Vias com Tráfego Médio a Pesado**

Notamos que utilizando o ISU como índice de avaliação funcional do pavimento, podemos enquadrar os trechos estudados, em 27 graus diferentes de degradação superficial, que aferidos com os gráficos de desempenho, das Figuras I e II, e dependendo do nível de tráfego da via, indicam as soluções de manutenção para cada valor do ISU obtido em campo.

Ao podermos associar um tipo de intervenção de manutenção para cada valor do índice de serventia verificado em campo, consagra esta metodologia como um sistema incipiente de gestão de manutenção pavimentos que permite priorizar a execução dos trechos segundo o seu grau de degradação, escolher a alternativa de manutenção conforme o valor de serventia e o nível de tráfego e orçar o montante destes serviços visando adequá-los à disponibilidade de recursos do órgão responsável pela conservação da malha viária.

Utilizando-se a metodologia proposta para avaliação da condição do pavimento, obtém-se valores do ISU, para os quais podem ser associados diferentes tipos de intervenções, conforme consta do gráfico das Figuras I e II. Segundo os Autores desta proposta de Plano de Gestão, o ISU foi aferido por mais de 90 engenheiros da Prefeitura do Município de São Paulo, na malha viária da cidade, e é utilizado há várias décadas no planejamento da manutenção rodoviária e viária urbana em países como Alemanha, Inglaterra, França, Estados Unidos, Canadá, Austrália, e outros (1).

A maior virtude de um sistema de gestão de manutenção de pavimentos, é que ela indica o momento a partir do qual devem ser prescritas intervenções de manutenção preventivas, que são de baixo custo (da ordem de U\$ 5,00/m<sup>2</sup>) e prolongam a vida de serviço do pavimento por mais 4 ou 5 anos, enquanto que se nada for executado, ocorre um rápido comprometimento estrutural da via, que em pouco tempo, passa a exigir soluções de manutenção mais robustas e de maior custo, como os reforços (recapeamento), cujo custo médio é da ordem de U\$ 20,00/m<sup>2</sup>.

Atualmente, a falta de um sistema de gerência de pavimentos junto aos órgãos municipais, estaduais e até federais, deve ser caracterizado como negligência, devido aos enormes prejuízos causados por descontrole na prescrição dos serviços de manutenção no momento oportuno. Segundo técnicos do Banco Mundial, agências de manutenção viária, que não planejam a manutenção, chegam a gastar até 400% a mais, para manter a malha nas mesmas condições de serventia de uma rede viária bem gerenciada (9).

#### Referências Bibliográficas:

- 1- Villibor D.F.; Dissei D.; Azevedo F.O.; Beligni M.; Cincerre J.R.-Plano de Gestão de Manutenção com Propostas de Rejuvenescimento Asfáltico para Pavimentos Urbanos da Cidade de São Paulo; São Paulo, 2000.
- 2- Carey,W.N, Irick, P.E. (1960) The Pavement Serviceability-Performance Concept, HRB Bulletin 250, pp. 40-58, Washington, D.C.
- 3- DNIT-Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos; Publicação IPR-720, Rio de Janeiro, 2006.
- 4- AASHO (1962) Condensed Summary of Principal Objectives and Major Findings, National Academy of Sciences, National Research Council, Publication N° 1061, Report 7, pp. 1-88, Washington, D.C.
- 5- AASTHO (1986) Guide for Design of Pavement Structures, American Association of State and Highway and Transportation Officials, Washington, D.C.
- 6- DNER (1993) Programa de Manutenção para o Pavimento da BR-116/SP, 8º Distrito Rodoviário Federal, Trecho Divisa RJ/SP, Subtrecho km 0-236, 1: Relatório Final

(12/93), Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Ministério dos Transportes, Rio de Janeiro.

- 7- Hutchinson, B.G. (1963) Principles of Subjective Rating Scale Construction, HRB, Highway Research Record 46, pp. 60-70, Washington, D.C.
- 8- Queiroz, C.A.V.; Hudson, W.R.; Visser, A.T.; Butler, B.G. (1985) A Stable, Consistent and Transferable Roughness Scale for Worldwide Standardization, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Paper Presented for Pavement Management Short Course, São Paulo.
- 9- Gontijo, P.R.A.; Preussler, E.S. (1989) Programa para Desenvolvimento e Implementação de Sistemas de Gerência Rodoviária, 2º Simpósio Internacional de Avaliação de Pavimentos e Projetos de Reforço, Associação Brasileira de Pavimentação, Vol. II, pp. 4.14.1-4.14.33, Rio de Janeiro.