

**8a. Reunião de Pavimentação Urbana  
São Carlos, SP  
7 a 9 de Julho de 1997**

**Restauração de Pavimentos Urbanos - Dificuldades e Diretrizes para  
Soluções**

**José Tadeu Balbo<sup>1</sup>**

**Restauração de Pavimentos Urbanos - Dificuldades e Diretrizes para Soluções**

por José Tadeu Balbo

---

<sup>1</sup> Escola Politécnica da Universidade de São Paulo  
Departamento de Engenharia de Transportes  
Av. Prof. Almeida Prado, s/n - Cidade Universitária 05508-900 São Paulo  
fone: (011) 818 5306 fax: (011) 818 5716 e-mail: jotbalbo@usp.br

## 1. Posicionamento do Problema

Convive-se, em vias urbanas com médio a elevado volume de tráfego comercial (ônibus e caminhões), com diversas dificuldades técnicas na definição de espessuras e materiais a serem empregados durante a elaboração de reforços em misturas asfálticas nos pavimentos. Tais dificuldades muitas vezes resultam em soluções inadequadas de manutenção, existindo vários aspectos que permeiam a questão, alguns dos quais procuraremos retratar neste artigo, que melhor se definiria como um depoimento profissional.

Um dos problemas fundamentais é a não elaboração de um projeto de manutenção detalhado, que permita apontar os problemas existentes de maneira detalhada e encaminhar soluções que estejam adequadas com necessidades estruturais do pavimento. Decisões quanto a “recapeamentos” são muitas vezes tomadas de maneira precipitada buscando o respostas imediatistas para os problemas, que podem atender de maneira rápida aos usuários porém com eficácia discutível.

Tal condição não é incomum em grandes cidades brasileiras, e aparentemente os riscos de decisões assim tomadas são bem conhecidos, na medida que o poder público emprega expressões como “execução de panos asfálticos” (sic), que de certa maneira parecem buscar menos comprometimento com as próprias decisões técnicas levadas a cabo nos serviços de reforço.

A parte a questão estrutural do pavimento, as raízes dos problemas comumente associam-se à questão da drenagem das vias urbanas. A falta de ações de manutenção dos equipamentos viários é também refletida em bueiros insuficientes ou entupidos, ausência de dispositivos de drenagem sub-superficial em pavimentos, bocas-de-lobo assoreadas, etc., que contribuem sobremaneira para o agravamento dos problemas estruturais dos pavimentos.

Outras situações corriqueiras são encontradas, como por exemplo, a decisão de não se efetuar reparos profundos e às vezes extensos, devido a questões de natureza operacional que envolvem o fluxo do tráfego. Se faz o serviço de reforço (com ou sem fresagem), quando necessariamente ações localizadas de manutenção corretiva seriam necessárias para, por exemplo, substituir-se uma base em macadame hidráulico já muito contaminada e não apresentando características portantes ou resilientes adequadas. Isto compromete indubitavelmente o desempenho do reforço aplicado sobre o pavimento.

Quando ocorrem esforços de projeto, ainda assim, esbarra-se em questões mal resolvidas. Uma delas é a quantificação do tráfego, em termos de volumes e cargas típicas por eixos, que trata-se de parâmetro altamente misterioso na grande maioria dos casos de projeto de pavimentos urbanos. As vias urbanas principais são geralmente utilizadas por caminhões com cargas desconhecidas, provenientes de rodovias onde não há controle de cargas, o que dificulta a precisão de um número realístico de operações equivalentes.

Neste artigo enfocaremos, com apoio em um estudo de caso de anos recentes, a questão do dimensionamento dos reforços a serem aplicados em pavimentos urbanos, de forma textual. Busca-se apresentar alguns dados referentes a custos de serviços de restauração de maneira a deixar claro que a elaboração de um bom projeto terá reflexos significativos na execução da obra de manutenção e no próprio desempenho dos serviços de reforço.

## 2. Aplicabilidade de Critérios de Dimensionamento

No momento de se fazer um projeto de reforço, como em qualquer atividade de projeto, o técnico deve procurar balizar-se por normas, procedimentos e diretrizes emanadas por órgãos que regulamentam tais atividades (DNER, ABNT, DER's, etc.). O projetista de pavimentos é amparado em projetos de reforços por algumas normas de dimensionamento consagradas no país e preconizadas pelo DNER.

Embora seja a recorrência mais imediata para o projetista que trata do problema de reforço de pavimentos urbanos, ainda que não usual, em muitos casos defronta-se o mesmo com soluções de reforço que, se por um lado possuem suporte empírico ou teórico para a questão estrutural, construtivamente podem ser inexequíveis face às suas implicações.

Para ilustrar o problema, nas Figuras 1 e 2 são apresentadas cenas não incomuns em vias urbanas, resultantes da aplicação de reforços em pavimentos. As ilustrações denotam que a superfície da pista de rolamento que recebeu reforço apresenta posteriormente cotas iguais ou superiores às cotas de guias de concreto. Além disso, camadas espessas de reforço em vias urbanas têm implicações para gabaritos de passarelas e viadutos, para interseções em nível e para a própria drenagem superficial.

Em 1991, nos deparamos com um caso bastante interessante de projeto de reforço de via urbana sujeita ao tráfego de elevado número de veículos comerciais; tratava-se da Avenida dos Bandeirantes, em São Paulo, em trecho que apresentava quatro faixas de rolamento por sentido. Para se ter uma idéia do tráfego, o número de caminhões que empregavam a via diariamente era então de cerca de 5.700 por sentido. Cabe ressaltar aqui que este foi um caso em que a via, antes de receber os serviços de manutenção, foi objeto de um projeto de engenharia detalhado.

Na Tabela 1 são apresentados os resultados de dimensionamento de reforços, empregados dois dos procedimentos normalizados pelo DNER. Observa-se de tal resultado, que a grande maioria dos pavimentos deveria receber espessuras de reforços superiores a 15 centímetros, portanto, inexequíveis face a questões geométricas e aos custos decorrentes de tais alternativas.

Analisados na época tais resultados face às condições estruturais e às patologias presentes em cada segmento homogêneo definido para a via, o aprofundamento da questão resultou na redefinição de serviços de fresagem e reforço dos pavimentos, conforme apresentados na Tabela 2. É conveniente relatar alguns pontos fortes de apoio às decisões de projeto então indicadas.

Quanto aos reforços, espessuras que resultassem em elevações da pista superiores a 4 centímetros foram consideradas indesejáveis, por diversas razões: segurança de veículos nas faixas direitas de cada pista, grande quantidade de interseções que deveriam receber tratamento adequado, além de questões relacionadas à execução de camadas integradas e custos.

Para a correta definição de espessuras de fresagem contou-se com o apoio de vários poços de inspeção que foram abertos durante a fase de projeto, por diversas razões, inclusive, de se caracterizar que tipo de estruturas de pavimento existiam, dado que em geral é desconhecido pelas agências viárias urbanas, ao menos de forma sistemática e organizada. As espessuras de fresagem adotadas consideraram que tal serviço não poderia, nos casos de reforços, atingir a base dos pavimentos. Quanto à questão de possível reflexão de trincas, a nível puramente construtivo, optou-se pelo emprego de camada intermediária mais aberta.

Vários trechos, como se infere da Tabela 2, não receberam indicação para reforço, dentre aqueles para os quais o dimensionamento apontava para elevadas espessuras. A razão de tal

situação foi que, a partir de poços de sondagem e da própria problemática verificada nas pistas, em tais trechos os pavimentos encontravam-se bastante comprometidos estruturalmente, com base excessivamente contaminada e presença de elevada umidade nas camadas; buracos e trincas classe 3 com notável bombeamento de finos, além de deflexões superiores a 150 centésimos de milímetros eram evidências genéricas; isto ocorria na pista em sentido Jabaquara nas faixas mais solicitadas por caminhões.

Nestes casos, após a análise de todos os problemas, decidiu-se pela reconstrução das faixas, empregando-se soluções em pavimentos semi-rígidos e em pavimentos de concreto (neste caso, entre as estacas 95 e 130). Infelizmente, por razões de natureza operacional, os pavimentos em concreto não vingaram, em um trecho onde seriam uma alternativa excelente (rampa de 3,5% e caminhões desenvolvendo baixa velocidade após uma interseção semafórica).

Outro dado relevante do projeto foi que, na pista em sentido Marginal, entre as estacas 38 e 71, o projeto indicou por não se adotar reforço de pavimento, como se verifica da Tabela 2. A parte algumas imperfeições superficiais existentes no segmento, passíveis de manutenção corretiva ou preventiva, o segmento havia sido restaurado três anos antes àquela data, não necessitando de reforço. Posteriormente houve alguma consideração sobre o porquê de não intervir no segmento, para fins de homogeneização dos serviços de restauração em todo o trecho; a resposta é bastante simples, consideradas todas as demais necessidades do trecho.

Vemos, postos os elementos acima, que a definição de espessuras de reforço em pavimentos urbanos foge muitas vezes de diretrizes de normas. A questão da limitação de espessuras de reforço pode ser também um fator limitante para o caso rodoviário, face à custos envolvidos com as necessidades de alteamento de acostamentos. Independentemente de tais fatos, a aplicação das normas é sempre recomendada para a verificação de necessidades estruturais que, muitas vezes, não serão plenamente atendidas.

A análise é também válida quanto ao emprego de métodos mecanicistas para a definição de espessuras de reforços. Se por um lado se discute a questão da aplicabilidade de fato de tais critérios, ainda mais no contexto de vias urbanas, se faz necessária a ressalva de que um dimensionamento realizado através da retro-análise preliminar de módulos resilientes de camadas e simulações numéricas de processo de fadiga em misturas asfálticas poderá conduzir a soluções igualmente intangíveis no campo prático.

A parte tal fato, as retro-análises consistem ainda no caso urbano, onde as heterogeneidades de comportamento são tão marcantes, um instrumento altamente benéfico para o entendimento de que em determinados casos, como foram analisados no projeto em questão, a capacidade estrutural de um pavimento não mais possibilita seu emprego eficaz com auxílio de uma camada de reforço. De fato, as retro-análises na época foram úteis em comprovar os baixos módulos resilientes de trabalho de camadas inferiores supostamente contaminadas.

### **3. Custos de um Projeto frente à Obra**

Além dos serviços de pavimentação apontados no item anterior, o projeto contemplou obrigatoriamente a questão da drenagem da avenida. Tais serviços de drenagem deveriam compreender: desassoreamento, limpeza e remoção de entulhos em galerias que estavam obstruídas; reformas em bocas-de-lobo; escavação de valas laterais e implantação de drenos com brita e manta geotêxtil em diversos segmentos onde percolação de água se mostrou presente, além de interconexão de tais drenos com galerias; dentre outros serviços de menor monta.

Traduzidos em dólares, os números referentes ao orçamento dos serviços atingiram um montante de US\$ 1.223.849 sendo que os serviços de drenagem empregariam apenas US\$

107.149 (8,75%) do valor total orçado. Se encarado como um acréscimo, vale a pena recordar os benefícios de se efetuar as devidas correções no sistema de drenagem que o caso apontava. Para se ter uma idéia, em um dos segmentos onde foi implantado um dreno abaixo do reforço de um pavimento reconstruído, durante as escavações, minava água pelo solo na parede lateral da vala.

Considerada a extensão do projeto e o número de faixas de tráfego, tinha-se uma situação equivalente a cerca de 11.000 metros de rodovia de pista simples, indicativo de que os serviços de recuperação atingiam a cifra de US\$ 111.259 / quilômetro, perfeitamente dentro da faixa de US\$ 30.000 a 200.000 para obras de restauração rodoviária indicada pelo Banco Mundial. Observe-se que com cerca de 5.700 caminhões por dia se empregando do trecho monodirecionalmente, está-se diante de uma verdadeira rodovia urbana.

O projeto custou aos cofres públicos naquele instante o montante de US\$ 21.000 para o trecho em questão, portanto, cerca de dois por cento apenas do custos das obras de recuperação orçados. Apenas como um exercício numérico, caso a decisão de restauração fosse tomada sem projeto, baseada em serviços de fresagem (6 cm), imprimação e aplicação de concreto asfáltico (reposição de 6 cm) posto obra, com base nos valores de tais itens no orçamento realizado na época do projeto, o custo de tais serviços seria de US\$ 1.226.029, portanto idêntico ao valor orçado pelo projeto desenvolvido.

A grande diferença entre ambos os valores consiste na aplicação dos recursos: as necessidades de implantação de drenos, de limpeza de galerias, de reconstrução de dispositivos de drenagem, de construção de novos pavimentos eram contempladas pelo projeto original, coisa não factível na base do "achismo". Trata-se de uma lógica que, infelizmente, não tem sido o divisor de águas no momento de se decidir como aplicar os recursos para a manutenção viária em muitos casos. A boa engenharia, como discutiu-se, certamente trás bons frutos, e melhor ainda, atendendo a todos os envolvidos na questão.

Durante a fase de projeto ouvi comentários de que a avenida em questão era um real abacaxi, pois, devido ao tipo de tráfego solicitante, anualmente intervenções pesadas no pavimento tornavam-se necessárias. Acompanhando o desenrolar dos resultados, confesso que apenas três anos após a execução da obra é que o movimento de fresadoras e vibro-acabadoras se fez presente em alguns trechos mais críticos onde por sinal, algumas das soluções de projeto foram abandonadas por razões de natureza operacional, quando reforços foram executados em segmentos com base muito contaminada.

#### **4. Alguns Desafios Construtivos em Vias Urbanas**

Um ponto crítico na execução de serviços de restauração em vias carregadas é a questão da manutenção das condições operacionais do tráfego. Horários alternativos (noturnos) devem ser examinados e considerados considerando-se dois fatores importantes: segurança dos operadores e trabalhadores na obra e do próprio tráfego; a devida sinalização da obra bem como comunicações públicas sobre os horários e dias de serviço devem ser implementadas pelos envolvidos na questão.

Estas questões tornam-se mais presentes especialmente em casos onde a reconstrução de pavimentos ou implantação de dispositivos de drenagem requerem a abertura de valas e emprego de equipamentos especiais que exigem mais atenção do ponto de vista de segurança. Quanto a questões de definições de projeto e obra, devem ser ressaltados os seguintes pontos:

- Empregar o dinheiro público onde de fato os problemas o exigem, de forma racional e planejada. Não faltará serviço de manutenção em vias públicas; o que é necessário é empregar os recursos com base em justificativas técnicas fundamentadas. Se um trecho

não apresenta razões particulares para receber reforços em pavimentos, é mister que o recurso venha a ser aplicado em outro trecho.

- Contaminação de bases em pavimentos antigos trata-se de problema comum em vias urbanas. Executar reforços sobre estruturas assim comprometidas é algo que não faz sentido posto que, desde o primeiro instante de uso, o pavimento restaurado será submetido a condições anômalas. Coragem para execução de remendos profundos e correção de drenagem é indispensável.
- Os serviços de fresagem pressupõem serviços de reforço de forma mais imediata possível. Material solto pode representar suspensão de partículas e derrapagem; a exposição prolongada de superfícies fresadas muito fissuradas são altamente indesejáveis pois permitirão a infiltração de águas pluviais.
- Emprego de misturas asfálticas adequadas para as condições de vias urbanas, onde o tráfego canalizado convive ainda com condições heterogêneas de suporte (variabilidade de subleitos), de drenagem e de soluções de pavimentação variadas. É necessária a reformulação de critérios de dosagem tendo em conta as reais condições às quais os pavimentos serão submetidos, além do progresso em termos de busca de novos materiais alternativos e mais duráveis.

## **5. Considerações Finais**

Neste relato procurou-se sobretudo recordar a excelência de um projeto de engenharia para a definição das soluções para restauração de pavimentos, com destaque para o caso urbano, onde naturalmente elaborar projetos dessa natureza não constitui uma tradição.

Para finalizar, gostaria de uma palavra sobre o retorno de investimentos de restauração de vias públicas para os usuários (não disponível em texto).

**Tabela 1** Espessuras de reforços para a Av. dos Bandeirantes com base em critérios do DNER

Estacas	PRO-10-79-A		PRO-11-79-B		
	CAUQ (cm)	PMQ (cm)	CA (cm)	CAUQ (cm)	PMQ (cm)
<i>Sentido Jabaquara</i>					
0-6	4	-	3	3	-
6-16	10	-	3	3	-
16-30	7,5	22	20,8	7,5	16
30-35	7,5	13,5	7,5	7,5	-
35-39	7,5	13,5	7,5	7,5	-
39-51	8	17,5	17,6	8	11,5
51-55	8	17,5	17,6	8	11,5
55-59	8	26,5	26	8	21,5
59-68	7,5	18,5	23,3	7,5	19
68-89	8	20	19,9	8	14
89-95	8	10,5	12,3	8	5
95-100	4	-	12,3	4	10
100-120	4	-	9,6	4	7
120-125	7,5	13,5	19,4	7,5	14
125-130	4	-	3,5	3,5	-
130-134	4	-	3,5	3,5	-
134-141	10	-	6,5	6,5	-
<i>Sentido Marginal</i>					
0-12	8	17	20	8	14
12-38	4	-	9,5	4	6,5
38-71	4	-	-	-	-
71-82	8	16,5	21	8	15,5
82-87	8	16,5	21	8	15,5
87-93	4	-	-	-	-
93-103	4	-	8	4	5
103-113	8	17	13	8	6
113-128	8	18	14,5	8	8
128-141	8	18	14,5	8	8

**Tabela 2** Espessuras de reforços (cm) para a Av. dos Bandeirantes (adotadas)

Estacas	Faixas de Rolamento				Critérios Atendidos
	Direita	C. Direita	C. Esquerda	Esquerda	
<i>Sentido Jabaquara</i>					
0-6	-	-	4	4	A e B
6-16	-	-	10	4	A e B
16-30	-	-	10	4	
30-39	-	-	10	4	
39-59	10	10	10	4	
59-68	-	-	10	4	
68-95	10	10	10	4	
95-120	-	-	4	4	A
120-125	-	-	10	4	
125-130	-	-	4	4	A e B
130-134	4	4	4	4	A e B
134-141	10	10	não existente	4	A e B
<i>Sentido Marginal</i>					
0-12	4	4	4	4	
12-38	4	4	4	4	A
38-71	-	-	-	-	
71-82	4	4	4	4	
82-87	10	10	4	4	
87-93	4	4	4	4	A
93-103	10	10	4	4	A e B
103-113	10	10	4	4	
113-128	10	10	10	4	
128-134	10	10	4	4	
128-141	10	10	não existente	4	