COMPARAÇÃO ENTRE DEFLEXÕES DETERMINADAS POR VIGA *BENKELMAN* (VB) E POR EQUIPAMENTO DO TIPO *FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER* (FWD)

Caciane Possani
Acadêmica do curso de Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Maria
cacianepossani@hotmail.com
Luciano Pivoto Specht
Professor/Pesquisador do curso de Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Maria
luspecht@ufsm.com
Deividi Pereira
Professor/Pesquisador do curso de Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Maria
dsp@ufsm.com
Mauricio Silveira dos Santos
Acadêmico do curso de Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Maria
mauricio85@bol.com.br
Tailene Thomas
Acadêmica do curso de Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Maria
tailenethomas@yahoo.com.br

Resumo. *Este trabalho foi realizado com a finalidade de comparar os resultados deflectométricos determinados pela Viga Benkelman (VB) e pelo equipamento Falling Weight Deflectometer (FWD). As avaliações de deflexão em pavimento pelos métodos citados foram realizadas segundo suas respectivas normas de ensaios. O principal aspecto analisado foi a relação entre as deflexões, concluindo-se que os valores obtidos pela VB são superiores aos obtidos pelo FWD.*

Palavras-chave: *Deflexão em pavimentos. Viga Benkelman. FWD.*

1. INTRODUÇÃO

Os pavimentos asfálticos são estruturas que sofrem deformações estruturais causadas principalmente pela aplicação repetitiva de cargas. A medição das deformações elásticas é feita por equipamentos defletômetros que medem deslocamentos verticais denominados de deflexão.

As medidas de deflexão de um pavimento são feitas por uma avaliação estrutural do tipo não destrutiva e que visa a possibilidade de verificar varias vezes, em um mesmo local, as variações de capacidade de carga com o tempo. O método de avaliação não destrutivo permite o conhecimento da capacidade de carga de uma estrutura sem que a mesma seja danificada pela retirada de corpos de prova e materiais das camadas de amostragem (BERNUCCI et al., 2006).

A avaliação não destrutiva é realizada medindo-se as deflexões superficiais com a aplicação de um carregamento conhecido. Os equipamentos utilizados são a Viga *Benkelman* (VB), que tem como tipo de carregamento quase-estático, e o *Falling Weight Deflectometer* (FWD), com tipo de carregamento por impacto. Estes dois tipos de equipamentos são empregados para levantamentos das condições do pavimento para sistemas de gerência em nível de rede,

para análise de rotina ou para projeto de reabilitação.

Os levantamentos com a Viga *Benkelman* seguem a norma DNER ME 024/94 – Pavimento – Determinação das deflexões pela Viga *Benkelman*. Para o uso de FWD, os levantamentos devem seguir a norma de procedimento DNER PRO 273/96 – Determinação das deflexões utilizando o deflectômetro de impacto tipo *Falling Weight Deflectometer* – FWD.

Os defeitos estruturais causados pelas deformações elásticas em um pavimento são o surgimento de trincas, que podem causar a fadiga do revestimento. Desta forma, há a necessidade de avaliar a estrutura em uso, através da determinação da deflexão.

2. METODOLOGIA

2.1 Viga *Benkelman* - VB

A determinação da deflexão pela Viga *Benkelman* foi realizada conforme o método de ensaio DNER ME 024/94.

Para a realização do ensaio é necessário uma Viga *Benkelman* e um caminhão com eixo traseiro simples de roda dupla carregado com 8,2tf, como demonstrado na Fig. 1.

Figura 1. Ensaio com a Viga *Benkelman*

O ensaio consiste nos seguintes passos:

a) colocação da ponta de prova da Viga *Benkelman*, que possui uma relação (a/b), entre os pneus da roda traseira do caminhão, exatamente no seu eixo, como observado na Fig. 1;

b) fazer a leitura inicial (L_0) do extensômetro;

c) deslocar o caminhão lentamente até uma distância mínima de 10m ou até que o extensômetro não tenha mais variação de leitura;

d) fazer a leitura final (L_f) do extensômetro.

A deflexão (D_0) é calculada pela Eq. (1).

$$D_0 = (L_0 - L_f) \cdot a/b \quad (1)$$

2.2 *Falling Weight Deflectometer* – FWD

O ensaio foi realizado conforme o procedimento DNER PRO 273/96.

O equipamento utilizado para realizar as medidas de deslocamentos elásticos em pavimentos por este método é totalmente automatizado, necessitando apenas ser rebocado por um veículo. O ensaio consiste na aplicação de uma carga pela queda de um peso suspenso a alturas fixadas, sobre um sistema de amortecedores de borracha que transmitem o choque a uma placa apoiada sobre o pavimento no ponto de leitura da deflexão. A bacia de deflexão é gerada pela medida dos deslocamentos por sensores instalados ao longo de uma barra metálica. Os resultados são gerados e armazenados automaticamente por um computador.

3. RESULTADOS

Foram realizados os ensaios defletométricos pela VB e FWD em um trecho de rodovia pavimentada localizado na Avenida Roraima, Camobi – Santa Maria - RS. A partir dos resultados, obtidos pelos ensaios citados, podemos verificar que existem diferenças entre os mesmos, tais como o modo de aplicação da carga. Na VB

a carga aplicada é quase estática e no FWD, dinâmica.

Os valores de deflexão obtidos foram corrigidos, segundo recomendações da AASHTO (1993), para uma temperatura de pavimento a 25°C, segundo a Eq. (2).

$$D_{0,\,corrigido} = (-0{,}0044 \cdot T_{pavimento} + 1{,}11) \cdot D_0 \quad (2)$$

Os dois tipos de defletômetros são utilizados para medir os deslocamentos elásticos, mas pelo fato de serem equipamentos com concepções e modo de funcionamento diferentes, os resultados não são iguais. Verifica-se, no Quadro 1, que os valores encontrados para as deflexões com a VB foram superiores aos do FWD.

Quadro 1. Valores de deflexões obtidos pela VB e pelo FWD

Ponto da Pista	$D_{0,corrigido}$ (1 x 10^{-2} mm)	
	VB	FWD
0 + 020	94,66	79,27
0 + 040	88,64	57,06
0 + 060	61,47	49,28
0 + 080	80,49	59,32
0 + 120	85,85	63,46
0 + 140	106,33	75,06
0 + 160	117,95	81,88
0 + 180	65,84	52,94

Os resultados deflectométricos pela VB e pelo FWD foram plotados em um gráfico (Fig. 2) que correlaciona as deflexões FWD e VB.

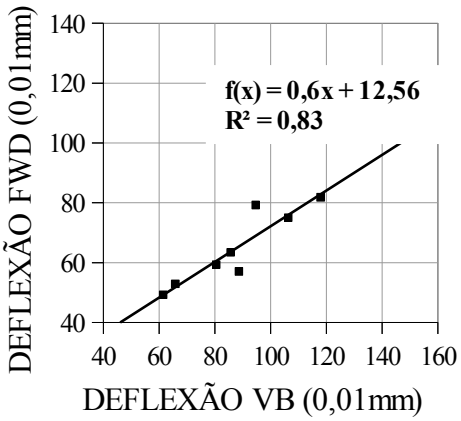

Figura 2. Gráfico de deflexões

Através do modelo de correlação $\mathbf{D_{FWD} = aD_{VB} + b}$, onde $\mathbf{D_{FWD}}$ e $\mathbf{D_{VB}}$ são valores de deflexão e **a** e **b** são os coeficientes da equação, foi obtida, para os dados do Quadro 1, a seguinte correlação $\mathbf{D_{FWD} = 0{,}6D_{VB} + 12{,}56}$, com um coeficiente de correlação $\mathbf{R^2 = 0{,}83}$.

Pode-se observar algumas vantagens do FWD em relação a VB:

a) obtenção dos dados automaticamente;

b) menor tempo de operação do equipamento;

c) maior precisão na medição;

d) possibilidade de variação da carga aplicada.

A desvantagem do FWD é o maior custo do equipamento comparado à VB.

4. CONCLUSÃO

De posse das informações, conclui-se que os resultados de deflexões obtidos pela VB foram superiores aos obtidos pelo FWD. A diferença nos valores das deflexões entre os dois métodos deve-se ao fato dos equipamentos possuírem diferentes modos de funcionamento e aplicação da carga.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao MEC/PET pela bolsa do segundo autor e a FAPERGS pela bolsa da quinta autora.

5. REFERÊNCIAS

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. Guide for design of pavement structures. Washington, 1993.

BERNUCCI, L. B. et al. Pavimentação Asfáltica: formação básico para engenheiros. Rio de Janeiro, PETROBRAS: ABEDA, 2006. 441 – 460 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DNER - ME 024/94: Pavimento – determinação das deflexões pela viga *Benkelman*.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. DNER - PRO 273/96: Determinação das deflexões utilizando o deflectômetro de impacto tipo *Falling Weight Deflectometer* – FWD.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES. Manual de restauração de pavimentos asfálticos. Rio de Janeiro, 2006.