

Carlos F. S. Correia e Silva; Gislári Alves; Luciano Pivoto Specht.

UNIJUI - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande Do Sul,
DECEEng - Departamento de Ciências Exatas e Engenharias - Rua do Comércio, 3000, Bairro Universitário, 98700-000 Ijuí/RS

Introdução

Uma das principais causas da ruptura do pavimento flexível é o trincamento por fadiga do revestimento, devido a tensões de tração. Quando este trincamento ocorre de baixo para cima é denominado de *bottom-up cracking* e origina o trincas do tipo couro de jacaré, e quando for de cima para baixo é denominado de *top-down cracking* apresentando trincas longitudinais na superfície do pavimento. Os métodos tradicionais de dimensionamento consideram somente o *bottom-up cracking*, isso se deve a restrições da própria teoria das camadas elásticas amplamente utilizada e pela falta de funções de transferência para o *top-down cracking*. Porém, a evolução do Método dos Elementos Finitos, permitiu contornar as restrições da teoria das camadas e investigar a ocorrência dos dois fenômenos, melhorando assim o dimensionamento dos pavimentos flexíveis.

Metodologia

Neste estudo utilizou-se o software *EverStressFE v1.0*, que usa o Método dos Elementos Finitos (MEF) para o cálculo das deformações de tração (ϵ_t) no revestimento. Criou-se um modelo estrutural com três camadas: revestimento, base e subleito, mantendo-se constante as propriedades dos subleito, variou-se o módulo do revestimento (E_r); o módulo da base (E_b); a espessura do revestimento (H_r) e a espessura da base (H_b), conforme a Tabela 1. Cada combinação estrutural foi solicitada por um eixo duplo com rodagem dupla (tandem duplo) variando-se o carregamento (16,00, 18,40 e 20,80 toneladas por eixo), resultando assim em 675 casos simulados.

Tabela 1: Valores das Variáveis

Camada	Espessura (cm)	Módulo (Mpa)	Coefficiente de Poisson
Revestimento	5	3.000	0,30
	10	4.500	
	15	6.000	
	20	7.500	
	25	10.000	
Base	15	150	0,35
	30	300	
	45	450	
Subleito	200	150	0,40

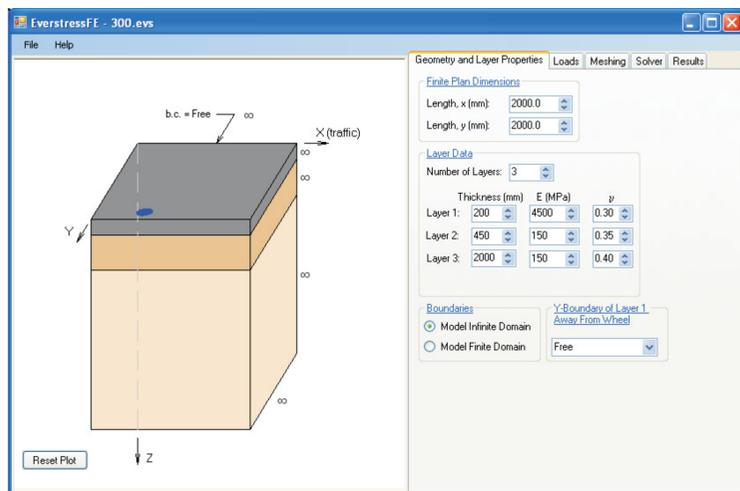


Figura 1: Implementação do modelo estrutural

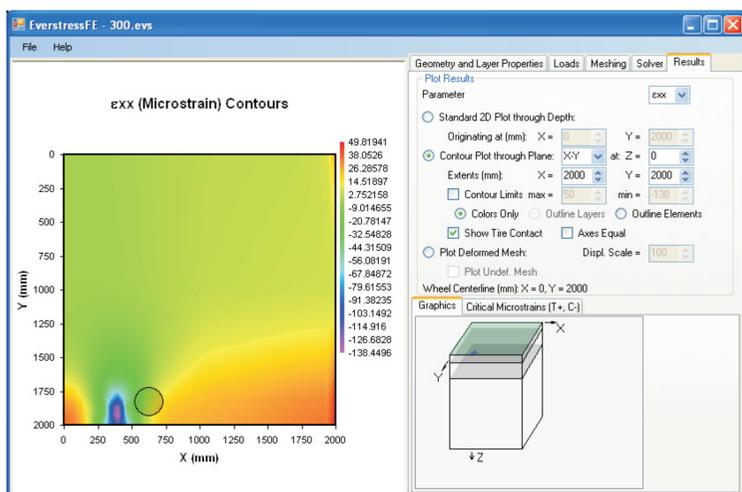


Figura 2: output dos resultados

O modelo de fadiga utilizado para o cálculo do N_f (indicador de vida útil) do Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide (eq. 1).

$$N_f = 0,00432k'_1 C \frac{1}{t}^{3,9492} \frac{1}{E}^{1,281} \quad (1)$$

Onde:

$$C = 10^M \quad M = 4,84 \frac{V_{asf}}{V_{ar} V_{asf}} - 0,69$$

V_{asf} é o teor de asfalto da mistura asfáltica
 V_{ar} é o volume de vazios da mistura asfáltica

O parâmetro k'_1 depende se a deformação de tração ocorre da base da camada para o topo (eq.2) ou do topo para a base (eq.3)

$$k'_1 = \frac{1}{0,000398 \frac{1}{1} \frac{0,003602}{e^{11,02} 3,49hac}} \quad (2) \quad k'_1 = \frac{1}{0,01 \frac{12}{1} \frac{1}{e^{15,676} 2,8186hac}} \quad (3)$$

Onde:

hac é a espessura do revestimento.

Resultados

Em 28% dos casos analisados houve ruptura *bottom-up* e em 88% desses casos a espessura do revestimento era 10 cm, mas esta não aparece em nenhum dos casos de ruptura *top-down*, enquanto que em 26% dos 574 casos de ruptura *top-down* a espessura era de 15 cm e a mesma não aparece em nenhum dos casos de ruptura *bottom-up*. Uma análise de todos os dados no software *Statistica for windows* (versão 8.0) demonstrou que a espessura do revestimento asfáltico é a variável de maior influência em ambos os tipos de ruptura.

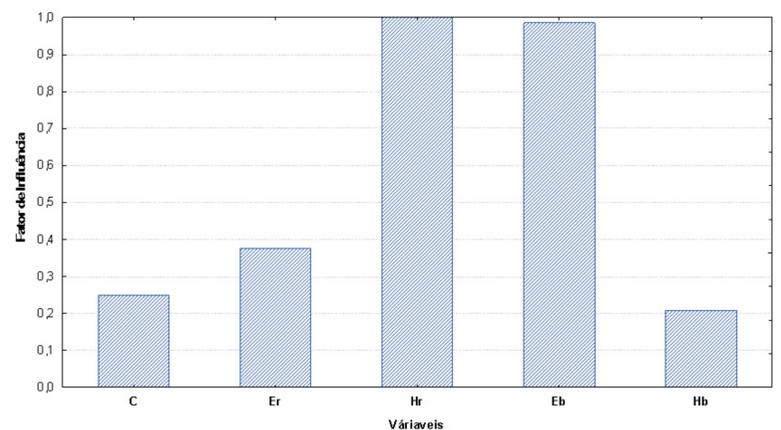


Figura 4: Influência das Variáveis no *top-down cracking*

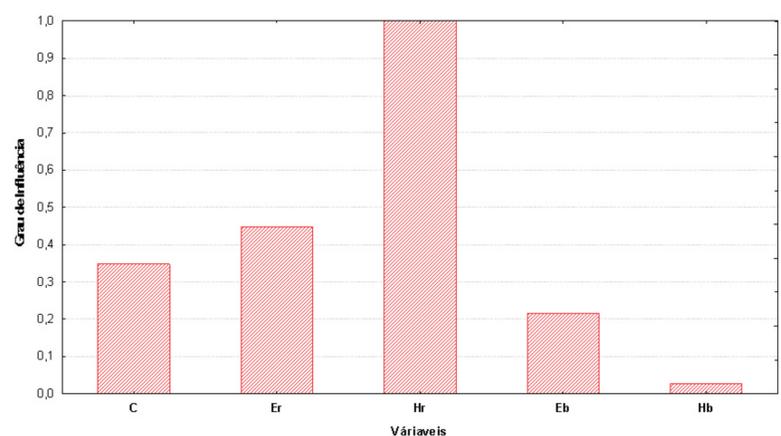


Figura 4: Influência das Variáveis no *bottom-up cracking*

Considerações Finais

O software *EverStress.FE*, provou ser versátil e eficiente, pela convergência dos resultados. É um exemplo de que a tecnologia pode contribuir de forma significativa para melhorar o dimensionamento dos pavimentos, já que os resultados demonstram que na maioria dos casos, para as variáveis estudadas, ocorreria ruptura por *top-down*, deixando claro que deve se investigar mais e considerar este fenômeno no dimensionamento de pavimentos flexíveis.

Agradecimentos

O primeiro autor agradece ao MEC-SESU pela bolsa PET