

## **ABORDAGENS SOBRE DIMENSIONAMENTO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS RODOVIÁRIOS: UMA VISÃO PRÉVIA DO PROFISSIONAL BRASILEIRO**

LUCAS CAVALCANTE DE ALMEIDA<sup>1\*</sup>, FRANCISCO HEBER LACERDA DE OLIVEIRA<sup>2</sup>,  
SAULO PASSOS RAMOS<sup>3</sup>, MARCOS FÁBIO PORTO DE AGUIAR<sup>4</sup>

1 Graduando em Engenharia Civil, UNIFOR, Fortaleza-CE. Fone: (85) 3182.1876, lucas\_ceara@hotmail.com

2 Mestre em Engenharia de Transportes, UNIFOR, Fortaleza-CE. Fone: (85) 3477.3161,  
heberoliveira@unifor.br

3 Mestrando em Engenharia de Transporte – UFC, Fortaleza-CE. Fone: (85) 98668.8008, saulo@det.ufc.br

4 Doutor em Geotecnia – UNIFOR / IFCE, Fortaleza-CE. Fone: (85) 3307.3666, marcosfpa@gmail.com

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC' 2015  
15 a 18 de setembro de 2015 - Fortaleza-CE, Brasil

**RESUMO:** O funcionamento adequado de uma infraestrutura rodoviária depende diretamente, dentre outros fatores, do seu respectivo projeto de dimensionamento, de modo a proporcionar uma estrutura capaz de suportar os esforços oriundos do tráfego e distribuí-los ao terreno de forma segura. Este trabalho objetiva apresentar o início de uma pesquisa sobre o nível de conhecimento dos profissionais que atuam na área de pavimentação sobre as abordagens de dimensionamentos de pavimentos flexíveis rodoviários existentes no Brasil. Para a captação dos dados, um formulário eletrônico com oito perguntas de múltiplas escolhas, disponível em plataforma virtual, foi enviado aos profissionais. Os resultados preliminares mostram que a maioria dos profissionais entrevistados conhecem as duas abordagens (empírica e mecanística-empírica) e que a minoria, efetivamente, trabalhou com a mecanística-empírica ou possui alguma experiência prática, conhecendo-a, principalmente, através de cursos de extensão e/ou disciplinas dos cursos de formação de graduação ou pós-graduação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pesquisa, dimensionamento, pavimentos flexíveis.

### **APPROACHES FOR PAVEMENT FLEXIBLE ROAD DESIGN: A PRIOR VISION BRAZILIAN PROFESSIONAL**

**ABSTRACT:** The proper functioning of a road infrastructure directly depends, among other factors, their respective design project, to provide a structure capable of supporting the efforts coming from traffic and distribute them to safely land. This paper aims to present the early research on the level of knowledge of professionals working in the paving area on the sizing of approaches existing road flexible pavements in Brazil. To capture the data, an electronic form with eight questions multiple choice, available in virtual platform, was sent to professionals. Preliminary results show that the majority of professionals surveyed know the two approaches (empirical and mechanistic-empirical) and the minority effectively worked with mechanistic-empirical or has some practical experience, knowing her, mainly through courses extension and / or disciplines of undergraduate training courses or graduate.

**KEYWORDS:** Research, design, flexible pavements.

### **INTRODUÇÃO**

O dimensionamento de pavimentos flexíveis no Brasil envolve a aplicação de uma metodologia empírica. Esta foi elaborada na década de 60 e baseada na observação do desempenho

dos pavimentos, cujos parâmetros são avaliados em campo periodicamente e associados a grandezas como repetição de cargas e capacidade de suporte dos materiais. Esta última grandeza é mensurada pelo Índice de Suporte Califórnia – ISC (ou *California Bearing Ratio* – CBR).

Esta metodologia mostra-se, segundo alguns autores, incompatível com a realidade da pavimentação nacional, pois deve ser complementada por análises teórico-experimentais (ou mecanísticas-empíricas) que procurem avaliar o comportamento estrutural das camadas. Contudo, a parametrização dos materiais é realizada através da análise de tensão por meio do conhecimento empírico, laboratorial ou de pista, em termos de características mecânicas, deformação e deslocamento. Além dessas, consideram-se as características de deformabilidade de solos e materiais de pavimentação, indicados, por exemplo, pelo Módulo de Resiliência.

Nesse contexto, foram desenvolvidos os modelos de previsão de desempenho. Conforme DNIT (2006), esses modelos têm a função quantificar a redução do nível de serventia ou a geração de defeitos ao longo da vida de serviço do pavimento.

Os métodos de projetos para dimensionamento de pavimentos flexíveis existentes, conforme Balbo (2007), foram concebidos de duas maneiras distintas. Uma delas baseia-se nos últimos resultados aplicados em dimensionamentos anteriores ou no desempenho observado ao longo do tempo, obtidos pelas experiências em campo (modelos empíricos). A outra foi concebida a partir de teoria elástica considerada adequada para a interpretação dos fenômenos físicos quantificados em campo (modelos mecanístico-empíricos).

De acordo com Bastos et al (2014), a experiência adquirida pelos órgãos rodoviários no uso de métodos empíricos de dimensionamento de pavimentos e a simplicidade dos mesmos faz com que estes permaneçam em uso desde 1966 no Brasil, sem transformações significativas.

Bastos et al (2014) afirmam que está em desenvolvimento um novo método brasileiro mecanístico-empírico de dimensionamento de pavimentos asfálticos que será lançado no ano de 2016. Ainda segundo Bastos et al (2014), não existe no Brasil um consenso sobre os modelos de desempenho mais apropriados e, portanto, uma metodologia formalizada.

DNIT (2006), define o método mecanístico-empírico aquele constituído por 3 partes. A primeira é um modelo estrutural para cálculo das respostas induzidas pelas cargas de roda em movimento nas camadas dos pavimentos. A segunda é a de funções de transferência, capazes de relacionar as respostas da estrutura às cargas do tráfego, à geração e propagação de defeitos. E a terceira é de Fatores ou Funções de Calibração, que ajustam as previsões das Funções de Transferência de modo a se reproduzir dados de uma determinada base empírica.

Os métodos empíricos de dimensionamento de pavimentos flexíveis são aqueles oriundos da observação da evolução do estado de condição dos pavimentos. Por esse procedimento, os parâmetros medidos em campo são tabulados periodicamente e associados a grandezas, tais como a repetição de cargas e a capacidade de suporte dos materiais. Dessa forma, esse método é fruto da modelagem estatística da evolução dos parâmetros físicos observados no pavimento em serviço.

Os engenheiros de pavimentação, segundo Franco (2007), estão buscando, gradativamente, um entendimento mais analítico do problema e tentando, com isso, reduzir a parcela do empirismo que é inevitável no atual estado-da-arte.

No dimensionamento mecanístico-empírico, a estrutura do pavimento é calculada considerando-se as cargas móveis e para baixos níveis de deformações. Para isso, emprega-se ensaios de carga repetida para caracterizar os solos de subleito e das camadas de sub-base e base.

Por outro lado, a calibração de modelos teóricos com dados experimentais correlacionando as respostas dos modelos ao desempenho das estruturas reais é a parcela empírica das metodologias mecanística-empíricas. Estas fornecem subsídio para que os projetistas se certifiquem de que os resultados são coerentes com o comportamento de estruturas em serviço. A dificuldade desse procedimento consiste na determinação destes parâmetros que, muitas vezes, podem levar a significativas mudanças no projeto com pequenas variações nos coeficientes.

Os principais *softwares* utilizados atualmente na aplicação do modelo mecanístico-empírico: Sispav, Elsym5, Everstress, Fepave 2 e Kenpave. Estes programas consideram parâmetros de entrada, o módulo de elasticidade e coeficiente de Poisson. Algumas outras hipóteses também são consideradas, tais como carregamentos dinâmicos, ações climáticas, materiais viscoelásticos, etc.

Ocorre que apesar das inúmeras pesquisas envolvendo a aplicação do método teórico-experimental nas últimas décadas, ainda existe um certo desconhecimento das abordagens de

dimensionamentos de pavimentos flexíveis no Brasil, sobretudo, por parte dos profissionais da prática da Engenharia de Infraestrutura Rodoviária.

## MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada no trabalho envolveu uma abordagem quantitativa e qualitativa através da elaboração de um questionário de múltiplas escolhas de respostas aplicado através de formulário eletrônico, que é uma das aplicações desenvolvidas e disponibilizadas pela empresa Google.

Para a pesquisa, foram elaboradas oito questões sobre o tempo de formação superior, em nível de graduação e pós-graduação, conhecimentos sobre as áreas geral e específica de atuação profissional. Além dessas, as perguntas abordaram sobre o conhecimento teórico e prático das abordagens de dimensionamento de pavimentos flexíveis.

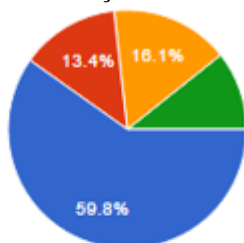
O formulário eletrônico da pesquisa foi enviado por e-mail, sistemas de comunicação instantâneas e redes profissionais aos profissionais, cujos contatos foram obtidos de instituições de ensino de formação superior e de associações de representação de classe dos engenheiros. O formulário está disponível em <<http://goo.gl/forms/x4D4loD6hw>>.

As informações obtidas foram organizadas em planilha do Microsoft Excel e as respectivas análises foram auxiliadas por gráficos gerados pelo mesmo programa. Com esses gráficos, pretende-se obter uma melhor compreensão dos dados e facilitar discussões dos resultados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

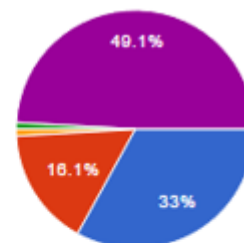
A Figura 1 representa as respostas da pergunta “Há quantos anos o(a) sr(a). encontra-se formado(a)?”. Os intervalos de tempo que constam na pergunta bem como os respectivos percentuais estão apresentados juntos ao gráfico dessa imagem gerado pelo aplicativo “Planilhas”, da empresa Google. A Figura 2 representa as respostas da pergunta “O(A) sr(a) possui pós-graduação?”. O grau acadêmico e os respectivos percentuais também estão apresentados juntos ao gráfico.

Figura 1. Tempo de formação dos entrevistados



0 a 5 anos.	67	59.8%
5 a 10 anos.	15	13.4%
10 a 20 anos.	18	16.1%
Mais de 20 anos	12	10.7%

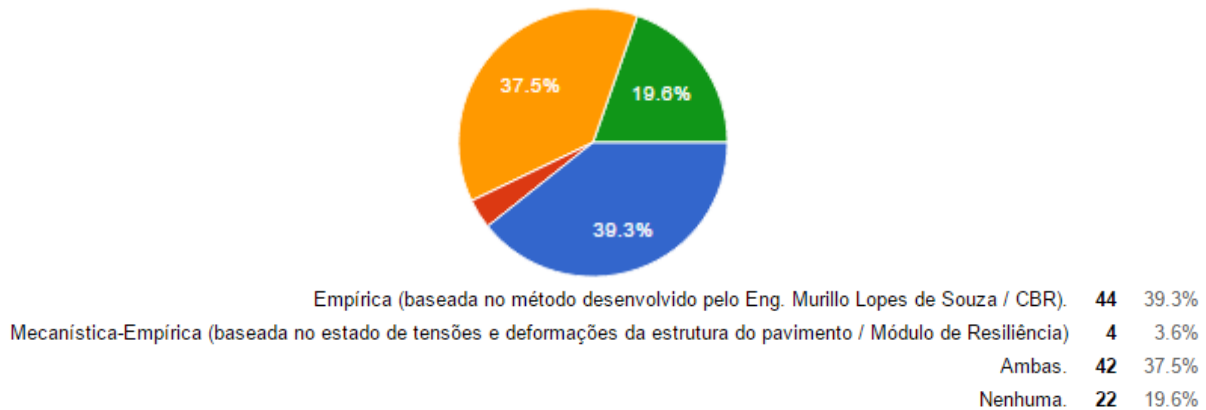
Figura 2. Grau acadêmico dos entrevistados



Sim, Especialização ou MBA.	37	33%
Sim, Mestrado.	18	16.1%
Sim, Doutorado.	1	0.9%
Sim, Pós-Doutorado.	1	0.9%
Não possui pós-graduação.	55	49.1%

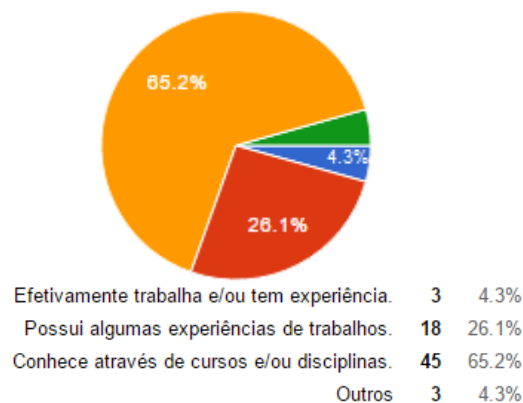
Até a presente etapa da pesquisa, registraram-se 112 formulários respondidos. Os resultados preliminares mostram que 39,3% dos profissionais entrevistados conhecem (ou tiveram alguma experiência) mais o método empírico. Para o conhecimento de ambas as abordagens de dimensionamento esse número cai para 37,5% e 19,6% dos entrevistados não conhecem nenhuma das duas abordagens. Apenas 3,6% conhecem somente a metodologia mecanística-empírica conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3. Percentual dos entrevistados que conhecem as metodologias de dimensionamento de pavimentos flexíveis.



Tratando-se de conhecimento ou experiência sobre a abordagem mecanística-empírica de dimensionamento de pavimentos flexíveis, 65,2% dos entrevistados que conhecem essa abordagem, responderam que apenas tiveram conhecimento desse método através de cursos ou disciplinas correlatas ao tema. Os entrevistados que possuem algumas experiências com trabalhos foram 26,1%, enquanto que apenas 4,3% dos entrevistados efetivamente trabalham ou tem experiência na metodologia mecanística-empírica, conforme pode ser observado na Figura 4.

Figura 4. Percentual dos entrevistados que conhecem a metodologia mecanística-empírica.



## CONCLUSÕES

Através da análise dos dados preliminares obtidos por meio da pesquisa proposta, é possível concluir que a metodologia mecanística-empírica é bastante conhecida, porém pouco utilizada pelos profissionais de Engenharia de Infraestrutura Rodoviária no contexto nacional.

Apesar de a abordagem empírica não descrever a realidade para um dimensionamento de um pavimento flexível rodoviário, este ainda é o mais adotado e conhecido pela maioria dos profissionais, sobretudo os que atuam em projetos e/ou execução de pavimentos flexíveis.

É necessário, portanto, que a metodologia mecanística-empírica seja melhor empregada nos projetos para que a infraestrutura rodoviária nacional execute pavimentos de melhor desempenho, principalmente no que diz respeito à vida útil, à escolha dos materiais locais, possibilitando alternativas compatíveis para dimensionamentos com índices de confiabilidade satisfatórios.

## REFERÊNCIAS

- Balbo, J.T. Pavimentação asfáltica: materiais, projetos e restauração. Oficina de Textos, São Paulo, 2007.
- Bastos, J. B. C.; Soares, J. B.; Barroso, S. H. A. (2014) Considerações sobre a deformação permanente de pavimentos asfálticos no dimensionamento mecanístico-empírico a partir de ensaios acelerados e instrumentação em campo. In: Congresso de Ensino e Pesquisa em Transportes, 28, Curitiba, PR, 2014.

DNIT - Manual de Pavimentação. Departamento Nacional de Infraestrutura, 2006.

Franco, F.A.C.P. Método de Dimensionamento Mecânico-Empírico de Pavimentos Asfálticos – SisPav. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007. Tese (Doutorado, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia)