

## CALIBRAÇÃO DE MODELO NUMÉRICO PARA AVALIAÇÃO DO EFEITO DE PUNÇÃO EM LAJES LISAS NO ATENA 3D®

Universidade Federal de Viçosa – *campus* Rio Paranaíba

João Marcos R Mendes – graduando em Engenharia Civil – joao.m.mendes@ufv.br

Marília G Marques – Profa. Dra. Engenharia Civil – marilia.marques@ufv.br

Ciências Exatas e Tecnológicas – Estruturas de concreto armado

### Introdução

O uso de lajes lisas em estruturas de concreto armado vem crescendo nos últimos anos. A maior liberdade arquitetônica devido à inexistência de vigas e a economia de formas se destacam como as principais vantagens dessa metodologia. Entretanto, a possibilidade de ruptura por punção é um agravante. Atualmente, há poucos estudos acerca do tema, já que o ensaio de lajes lisas por meio de modelos experimentais demanda grande espaço e equipamentos robustos.

### Objetivos

Este trabalho tem como objetivo a calibração de um modelo numérico utilizando o Método dos Elementos Finitos para avaliar através de uma análise não linear o efeito da punção em lajes lisas de concreto armado sem armadura de cisalhamento.

### Metodologia

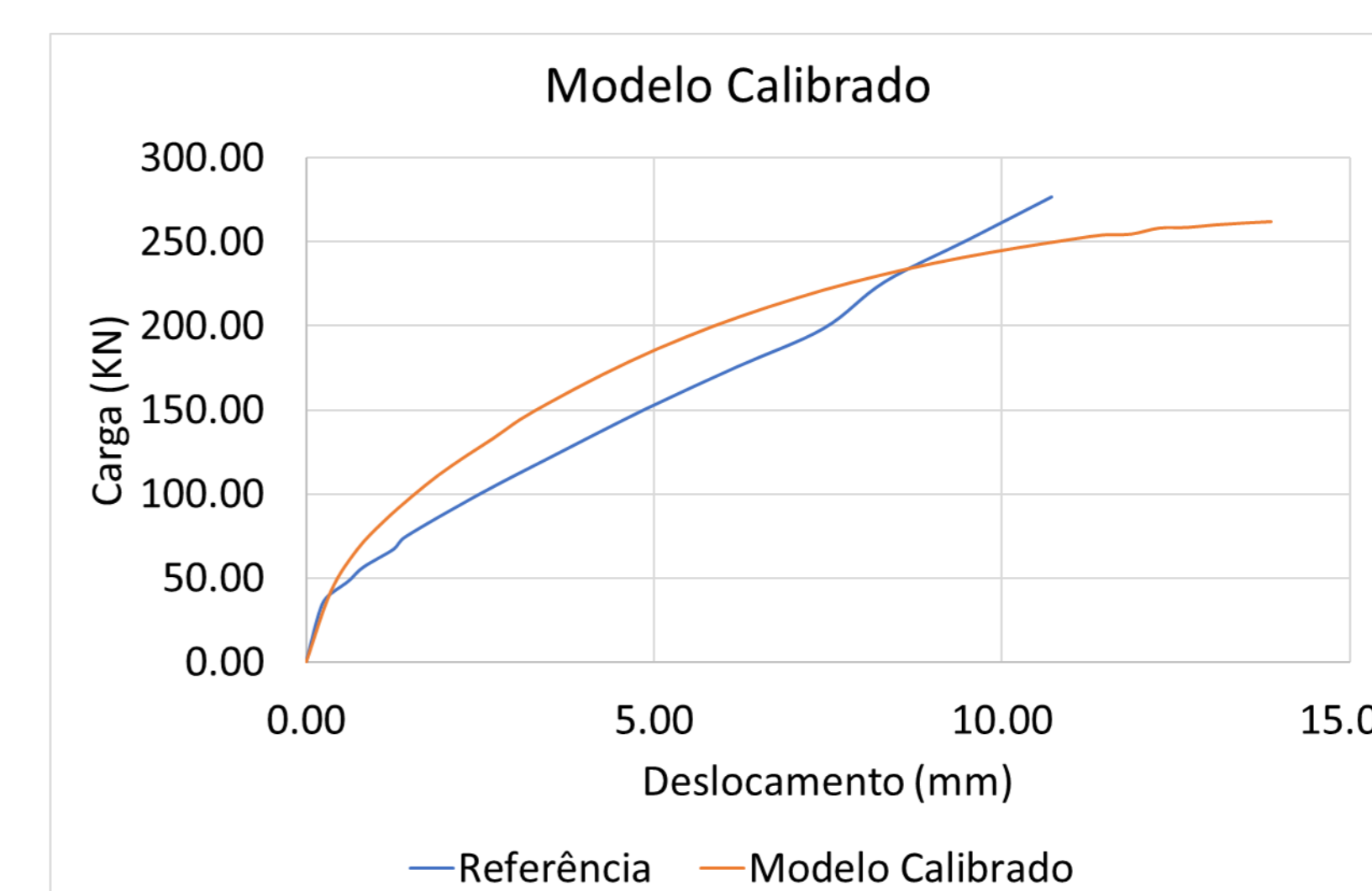
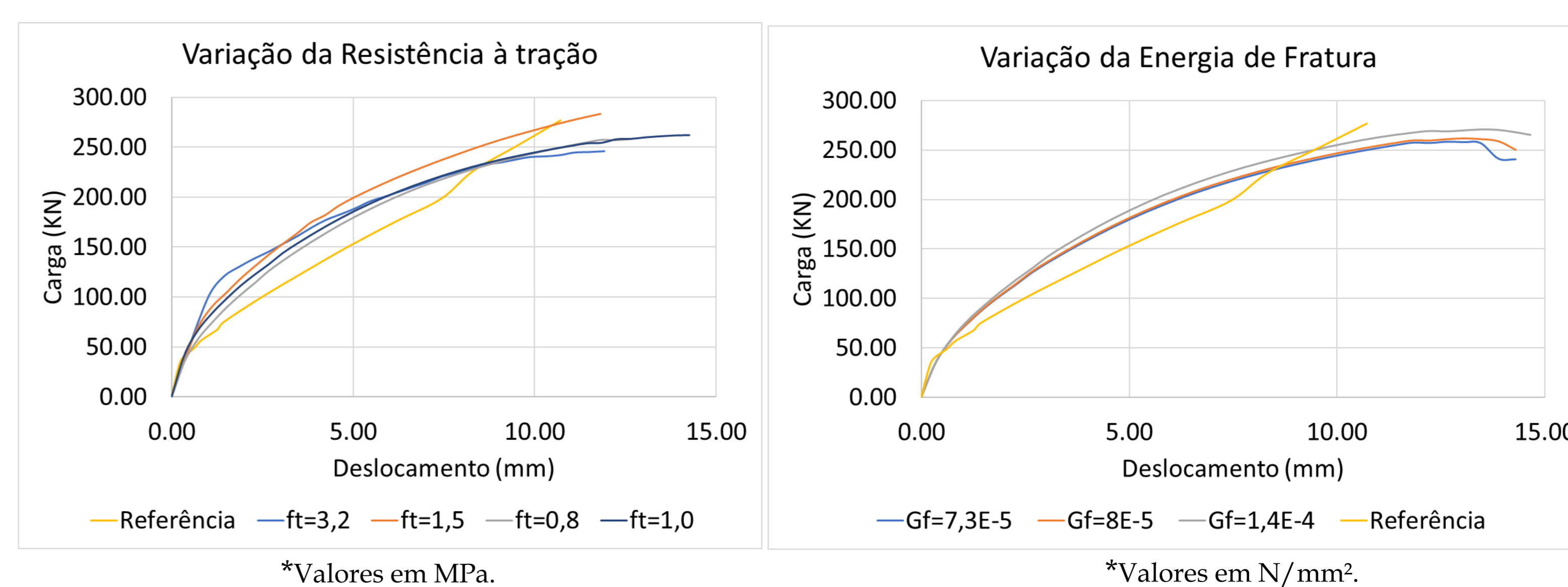
O estudo experimental realizado por Souza (2004) serviu como referência. Os dados laboratoriais da caracterização do concreto e do aço utilizado pelo autor foram inseridos no software ATENA 3D®. No decorrer da calibração, foi variada a energia de fratura do concreto conforme o padrão do software e no que prediz o CEB FIP MC (1993, 2010). Além disso, foi variada a resistência à tração do concreto ( $f_t$ ) pois o dado laboratorial obtido por meio do ensaio de compressão diametral, de acordo com a ASTM (2004, apud Balbo (2013)), fornece valores superiores aos reais. A dupla simetria das lajes foi aproveitada, assim foi modelado apenas um quarto do elemento, substituindo as regiões faltantes por condições de contorno equivalentes. A discretização do modelo se deu pela divisão em elementos cúbicos, com dimensão máxima variando entre 150, 90 e 30 mm.

### Resultados e Discussão

A avaliação não linear do protótipo forneceu um comportamento compatível ao que foi observado no modelo experimental, no tocante à carga de ruptura e modo de fissuração. Na carga de ruptura do modelo calibrado, o erro percentual entre os ensaios foi de 4,31%. Já no deslocamento máximo, esse erro foi de 24,89%. Esses valores são considerados aceitáveis uma vez que o efeito da punção não é trivial de ser modelado.

### Agradecimentos

À minha orientadora e colaboradores da pesquisa. Ao professor Leandro M. Trautwein e a todos do Departamento de Estruturas da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP.



### Conclusões

Tais dados corroboram a equivalência entre os modelos e reforçam a validade deste tipo de estudo. Uma vez que esse modelo estrutural ainda é desvalido de fundamentação teórica, requer mais estudos para basear melhor seu dimensionamento e a simulação numérica revela-se como uma alternativa mais viável. Recomenda-se a continuidade e aperfeiçoamento dos estudos numéricos para que seja comprovada sua compatibilidade e confiabilidade para uma maior aplicação nas estruturas.

### Bibliografia

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens**. ASTM standard C496M-04. Philadelphia. 2004.
- BALBO, J. T. **Relações entre resistências à tração indireta e à tração na flexão em concretos secos e plásticos**. IBRACON Structures and Materials Journal. V.6, n.6, p. 854-874. 2013.
- COMITÉ EURO-INTERNATIONAL DU BÉTON. **CEB - FIP Model Code Design Code 1990: Final Draft**. Bulletin d'Information, CEB, Lousanne, July 1991.
- SOUZA, R. M. **Punção em Lajes Cogumelo de Concreto Armado com Furos Adjacentes ou Distantes de um Pilar Interno**. Dissertação (Mestrado em Estruturas). Universidade de Brasília. Brasília, 2004.
- MARQUES, M. G. et al. **Nonlinear finite element analysis (NLFEA) of reinforced concrete flat slabs with holes**. Structures. V. 27, p. 1-11. 2020.