

Análise Mecânica de Problemas Planos pelo Método de Elementos Finitos

Autores: Vagner Couto Barcelos; Gabriel Neves Queiroz

Orientador: Edson Denner Leonel

Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos

Email: vagner_cb@usp.br

Objetivos

O principal objetivo deste projeto foi o desenvolvimento de modelos numéricos baseados no Método de Elementos Finitos (MEF) para realizar análises mecânicas de estruturas bidimensionais isostáticas e hiperestáticas. O estudo envolveu a implementação computacional do MEF com elementos isoparamétricos, focando na precisão da simulação de tensões e deslocamentos em problemas estruturais. A metodologia aplicada permite simulações com diferentes geometrias e condições de contorno, com foco na modelagem de estruturas complexas e na otimização da malha utilizada nos cálculos.

Métodos e Procedimentos

A metodologia adotada incluiu a formulação e implementação do MEF, com a utilização da integração numérica via quadratura de Gauss-Legendre para obter as matrizes de rigidez dos elementos. O projeto foi desenvolvido em quatro etapas principais: Estudo teórico sobre o MEF, com foco nos elementos isoparamétricos. Implementação computacional em linguagem Fortran para análise de deslocamentos e tensões em estruturas bidimensionais. Validação dos modelos numéricos com exemplos práticos, como uma viga retangular bi apoiada e uma estrutura com geometria em L.

Comparação dos resultados computacionais com previsões analíticas e simulações em software FEMAP.

Resultados

Os resultados obtidos mostraram uma alta correlação entre as simulações computacionais e as previsões analíticas. No primeiro exemplo de uma viga retangular bi apoiada sob carga concentrada, verificou-se que o refinamento da malha (de 276 para 1000 elementos) proporcionou uma aproximação significativa com os resultados teóricos. No segundo exemplo, com uma viga em formato L, a análise computacional com 300 elementos mostrou resultados compatíveis com a simulação no software FEMAP, confirmando a precisão da modelagem implementada em Fortran. Para o exemplo 1 citado, podemos usar um gráfico de exemplo, que para o caso de discretização de viga de 1000 elementos, é feita uma comparação com as previsões analíticas do gráfico de tensão em função da altura da viga. A figura 1 mostra a representação de viga com carga centralizada. Comprimento de 2m e 200mm de altura.

Figura 1: Viga retangular bi-apoiada

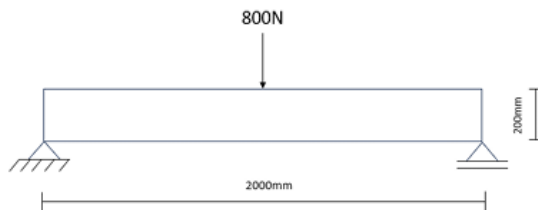
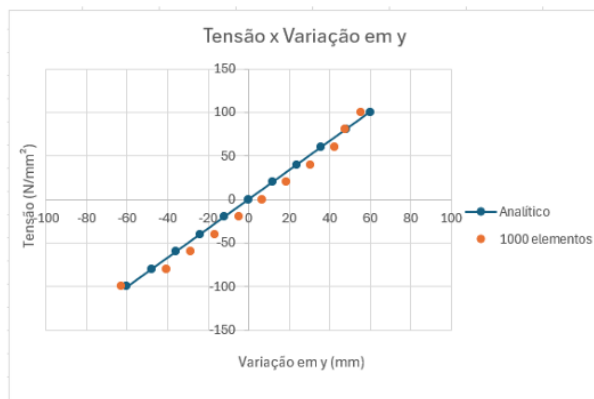


Gráfico 1: Tensão em função da altura da viga



Conclusões

A implementação do MEF utilizando elementos isoparamétricos e código Fortran mostrou-se eficaz para a análise mecânica de problemas planos. As simulações realizadas forneceram resultados consistentes e precisos, especialmente quando malhas mais refinadas foram utilizadas. A validação cruzada com o software FEMAP reforçou a confiabilidade do código desenvolvido. A pesquisa destaca a importância do refinamento da malha para aumentar a precisão dos resultados e sugere a exploração de novos modelos e condições de contorno para estudos futuros.

Agradecimentos

Agradeço ao Programa Unificado de Bolsas da Universidade de São Paulo pela oportunidade de pesquisa e ao professor Edson Denner Leonel pela orientação e suporte técnico durante a realização deste projeto.

Referências

As referências utilizadas incluem o trabalho de Zienkiewicz (2000) sobre o MEF, além de literatura adicional sobre métodos numéricos e formulações variacionais aplicadas à análise de estruturas.