

## UTILIZAÇÃO DO MÉTODO DOS DESLOCAMENTOS NO DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS PARA O ENSINO E APRENDIZADO DO COMPORTAMENTO DE ESTRUTURAS

Celiane Mendes da Silva<sup>1</sup> (PROVIC-Unit/AL), e-mail: celianems@hotmail.com;  
Jonas Rafael Duarte Cavalcante<sup>1</sup> (PROVIC-Unit/AL), e-mail:  
rdcjonas@hotmail.com;

Centro Universitário Tiradentes<sup>1</sup>/Engenharia Civil/Maceió – Alagoas, AL.

### Exemplo: 3.01.02.00-6 Estruturas 3.01.02.04-9 Mecânica das Estruturas

**RESUMO: Introdução:** Sabe-se que a modelagem de grande parte de problemas da engenharia possui um grau evidente de complexidade matemática, sobre os quais poucas soluções analíticas são encontradas. As soluções exatas são alcançadas somente para problemas específicos, limitadas à geometria do problema e a uma série de hipóteses simplificadoras. Nesse sentido, a automação através de computadores viabiliza o emprego de métodos numéricos, que representam o comportamento do problema abordado de maneira mais precisa e eficiente. O desenvolvimento de ferramentas computacionais que facilitam a obtenção de esforços e deslocamentos em modelos estruturais foi fundamental para o desenvolvimento da engenharia moderna. Os pórticos planos, elementos geralmente utilizados para representar simplificada estruturas tridimensionais, são modelos coplanares constituídos de nós e barras que os ligam, e são sujeitos a cargas verticais e horizontais em seu plano. **Objetivo:** O presente trabalho visa o desenvolvimento de uma ferramenta computacional através do MATLAB utilizando-se do Método dos Deslocamentos como alternativa numérica de auxílio no ensino da análise de estruturas. **Metodologia:** O algoritmo consiste na introdução de dados que caracterizem a estrutura e os carregamentos atuantes na mesma, confecção da matriz de rigidez dos sistemas de coordenadas globais e locais, matriz de incidência cinemática, geração de vetores de forças, cálculo de esforços e reações e, finalmente, a saída de dados após o pós-processamento do programa. Foram realizadas algumas simulações a fim de analisar a consistências dos resultados obtidos e posteriormente comparados com outros softwares existentes, como o Ftool, para validação desses resultados. **Resultados:** A partir da inserção dos dados solicitados pelo programa como coordenadas dos nós; condições de contorno; conectividade e propriedades das barras; carregamentos externos o programa pôde determinar a estrutura e

calcular os resultados desejados. Comparando com os resultados obtidos no Ftool, pôde-se perceber que o programa apresenta resultados consistentes. Algumas divergências de resultados se dão pela diferença entre as propriedades dos elementos utilizadas no Ftool e no programa, porém, como trata-se de uma estrutura isostática, são apenas diferenças de arredondamento. No entanto, utilizando as mesmas propriedades geométricas e mecânicas da estrutura, os resultados seriam ainda mais próximos. **Conclusões:** Com o domínio do referencial teórico e um conhecimento em linguagens de computação adequado pode-se desenvolver ferramentas que possibilitam uma rapidez e confiabilidade grande em determinados trabalhos. O presente trabalho apresentou a possibilidade de análise de um tipo simples de estrutura, que, no entanto, mostra a possibilidade de ferramentas complexas capazes de resolver praticamente qualquer tipo de estrutura.

**Palavras-chave:** Análise estrutural, mecânica computacional, simulação numérica.

**ABSTRACT: Introduction:** It is known that the modeling of most engineering problems has an evident degree of mathematical complexity, on which few analytical solutions are found. The exact solutions are achieved only for specific problems, limited to the geometry of the problem and a series of simplifying hypotheses. In this sense, automation through computers enables the use of numerical methods, which represent the behavior of the problem addressed in a more precise and efficient manner. The development of computational tools that facilitate the obtaining of efforts and displacements in structural models was fundamental for the development of modern engineering. Flat frames, elements generally used to represent three-dimensional structures simply, are coplanar models made up of nodes and bars that connect them, and are subject to vertical and horizontal loads in their plane. **Objective:** The present work aims to develop a computational tool through MATLAB using the Displacement Method as a numerical alternative to aid in the teaching of structural analysis. **Methodology:** The algorithm consists of introducing data that characterize the structure and the loads acting on it, making the stiffness matrix of global and local coordinate systems, kinematic incidence matrix, generating force vectors, calculating efforts and reactions and finally, the output of data after the post-processing of the program. Some simulations were carried out in order to analyze the consistency of the results obtained and later compared with other existing software, such as Ftool, to validate these results. **Results:** From the insertion of the data requested by the program as node coordinates; boundary conditions; connectivity and bar properties; external loads the program was able to determine the structure and calculate the desired results. Comparing with the results obtained in Ftool, it was possible to notice that the program presents consistent results. Some divergences in results are due to the difference between the properties of the elements used in Ftool and in the program, however, as it is an isostatic structure, they are only rounding differences. However, using the same geometric and mechanical properties of the structure, the results would be even closer. **Conclusions:** With the mastery of the theoretical framework and a knowledge of adequate computer languages,

tools can be developed that enable a fast and great reliability in certain jobs. The present work presented the possibility of analyzing a simple type of structure, which, however, shows the possibility of complex tools capable of solving almost any type of structure.

**Keywords:** Structural analysis, computational mechanics, numerical simulation.

**Referências/references:**

**SORIANO, H. L.** Análise de Estruturas: formulação matricial e implementação computacional. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2005.

**TONINI, A. M.; COUTO, B. R. G. M.** Ensinando Geometria Analítica com uso do MATLAB Departamento de Ciências Exatas e Tecnologia do Centro Universitário de Belo Horizonte / DECET – UniBH, 1999.