Proceeding Series of the Brazilian Society of Applied and Computational Mathematics, Vol. 5, N. 1, 2017.

Trabalho apresentado no CNMAC, Gramado - RS, 2016.

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Método dos Deslocamentos para Análise de Estruturas: Resoluções Numéricas de Equações Lineares

Rodolfo de Azevedo Palhares[1]
Lisarb Henneh Brasil[2]
Dylson Junyer de Souza Lopes[3]
Matheus da Silva Menezes[4]
Ivan Mezzomo[5]
Departamento de Ciências Exatas, Tecnológicas e Humanas, UFERSA, Campus Angicos, RN

De acordo com [2], o método dos deslocamentos, tem como ideia principal, determinar a solução que satisfaz, simultaneamente, as condições de equilíbrio e de compatibilidade de uma estrutura. O estudo aqui apresentado, tem como finalidade realizar a implementação computacional para a resolução do sistema de equações, aplicando o método direto de Gauss, e o método iterativo de Jacobi, de forma a verificar se a solução obtida através desses métodos é compatível com os resultados esperados para os esforços seccionais de momentos fletores da estrutura.

Problema [2]: Como mostrado na Figura abaixo, a estrutura de análise é um pórtico plano simples, com carregamento concentrado de 10 KN no nó esquerdo da barra horizontal, carregamento distribuído de 10 KN/m, e articulação (rótula) na extremidade desta mesma barra, como pode ser visto na figura abaixo.

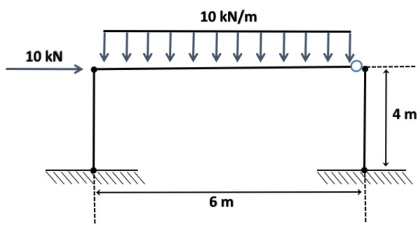

Figura 1: Pórtico plano utilizado na análise.

As características da estrutura são: Módulo de elasticidade (E) igual a $2 \times 10^6\ t/m^2$; Momento de inércia (I) igual a $0,024m^4$; e relação entra área da seção transversal (A) e (I) igual a $2m^{-2}$.

[1]rodolfo.palhares@hotmail.com
[2]brasil.lh@hotmail.com
[3]junyer.lopes@hotmail.com
[4]matheus@ufersa.edu.br
[5]imezzomo@ufersa.edu.br

Para a resolução dos sistemas de equações lineares, utilizamos o método direto de Gauss e o método iterativo de Gauss-Jacobi com o auxilio do software Scilab 5.5.2, que de acordo com [1], é um programa desenvolvido de forma a dispor, em um só ambiente, ferramentas de cálculo numérico, programação e gráficos. Após cálculo analítico da estrutura, obtemos o seguinte sistema:

$$\begin{bmatrix} -10 \\ 37,5 \\ 45 \\ 0 \\ 22,5 \\ 0 \end{bmatrix} + EI \begin{bmatrix} 0,520833 & 0 & 0,375 & -0,333333 & 0 & 0 \\ 0 & 0,513889 & 0,083333 & 0 & -0,0138889 & 0 \\ 0,375 & 0,083333 & 1,5 & 0 & -0,083333 & 0 \\ -0,333333 & 0 & 0 & 0,520833 & 0 & 0,375 \\ 0 & -0,013889 & -0,0833333 & 0 & 0,5138889 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,375 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_1 \\ D_2 \\ D_3 \\ D_4 \\ D_5 \\ D_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Para verificar a influência dos resultados obtidos para cada método quanto aos esforços internos da estrutura, calculamos os momentos fletores em cada nó da estrutura, por meio da Equação (1), e traçamos dois diagramas de momento fletor.

$$M = M_o + \sum_{j=1}^{n} M_j D_j = 0. \tag{1}$$

Para simplificação de cálculo, [3] desconsidera a deformação quanto aos esforços normais das barras. No entanto, com o intuito de se obter resultados mais precisos na análise, neste estudo foi considerado todas as barras sendo do tipo extensíveis, como é de fato na realidade. Para resolução do sistema linear, adotamos uma precisão de 10^{-5} e um limite de 100 iterações para o método iterativo de Gauss Jacobi. Inicialmente, foi identificado que a matriz de rigidez da estrutura não satisfez os critérios de linhas e colunas, e em seguida, verificamos o máximo vetor resíduo e o tempo de processamento para cada método. Para o método direto, o tempo de processamento foi de 0,157 segundos e o resíduo $2,152 \times 10^{-14}$. Para o método iterativo, o tempo de processamento foi 0,5 segundos e o resíduo foi 0,000739. Como resultado, constatamos que o método de Gauss obteve menor tempo de processamento e erro. Após a análise dos resultados, verificamos uma similaridade dos dados onde a maior diferença das incógnitas comparando os resultados para cada método, foi de 0,01173. Essa semelhança se deu devido a precisão adotada para o método iterativo, que foi de 10^{-5}, atingindo a convergência em 85 iterações. Isto favoreceu o resultado final da estrutura de análise que apresentou valores de momentos fletores muito próximos, satisfazendo assim, a representação dos esforços seccionais da estrutura quanto a momento fletor.

Referências

[1] J. A. T. Ferreira. *Uso do Scilab na disciplina Cálculo Numérico.* UFOP, Ouro Preto, 2009.

[2] L. F. Martha. *Métodos básicos da análise de estruturas.* Elsevier, Rio de Janeiro, 2010.

[3] H. L. Soriano, S. S. Lima. *Análise de estruturas: formulação matricial e implementação computacional.* Ciência Moderna, Rio de Janeiro, 2005.