

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Comparação de métodos para a solução do sistema de equações gerado da discretização por Elementos Finitos

Johannes Hosp Porto¹

Luiz Antonio Farani de Souza²

Curso de Engenharia Civil, UTFPR, Apucarana, PR

Rodrigo Dos Santos Veloso Martins³

Juliana Castanon Xavier⁴

Departamento de Matemática, UTFPR, Apucarana, PR

1 Introdução

Treliça é um sistema estrutural eficiente que pode sustentar carregamentos consideráveis usando uma quantidade menor de materiais. Desde o início do seu uso comercial, esse sistema tem sido cada vez mais popular, especialmente em grandes áreas abertas com poucos ou nenhum suporte intermediário. Aplicações bem sucedidas de sistemas estruturais treliçados abrangem estádios, centros de exposições, hangares de avião e pontes suspensas. As treliças quando submetidas a grandes esforços exibem comportamento não linear e problemas de instabilidade podem surgir, como snap-through e snap-back. A trajetória de equilíbrio é amplamente utilizada na análise estrutural para identificar os pontos limites de equilíbrio relacionados à instabilidade e para explicar o comportamento não linear. Essa trajetória é representada por uma curva deslocamento versus força, onde cada ponto na curva representa uma configuração de equilíbrio da estrutura [1].

Este trabalho tem por objetivo comparar métodos diretos e iterativos para resolução numérica do sistema de equações lineares obtido a partir da aplicação do Método de Elementos Finitos em um problema de treliça espacial com não linearidade geométrica. As análises estáticas não lineares, realizadas no software Scilab, utilizam o método de Newton-Raphson associado à técnica de continuação Controle de Comprimento Linear.

2 Metodologia e Resultados Esperados

A equação que governa o equilíbrio estático de um sistema estrutural com comportamento não linear geométrico e/ou físico é obtida através da aplicação do Método de

¹johannes@alunos.utfpr.edu.br

²lasouza@utfpr.edu.br

³rodrigomartins@utfpr.edu.br

⁴julianaxavier@utfpr.edu.br

Elementos Finitos durante o ciclo iterativo no processo incremental [1]:

$$K^{(k-1)}\delta u^{(k)} = g^{(k)} = \lambda^{(k)}F_r - F_{int}(d^{(k-1)}), \quad (1)$$

onde K é chamada de matriz rigidez do problema, g o vetor de forças desequilibradas, F_{int} o vetor de forças internas e λ o parâmetro de força responsável pelo escalonamento do vetor F_r (vetor de referência e magnitude arbitrárias). A solução do sistema (1) é obtida usando um esquema iterativo e incremental. Para uma sequência do parâmetro de força λ , uma sequência do respectivo incremento de deslocamento u é calculado.

Nesse trabalho, analisamos um problema de treliça espacial do tipo cúpula submetida a uma força vertical P em seu topo (Figura 1) [2]. O sistema (1) é solucionado por meio de métodos iterativos (Gauss-Seidel e Gradientes Conjugados) e métodos diretos (Fatoração LU, Fatoração de Cholesky e Eliminação de Gauss). O desempenho desses métodos é avaliado com base nos parâmetros: número total de incrementos de força (NP), número total de iterações (kt), e tempo de processamento (em segundos).

Nas simulações de problemas de estruturas semelhantes a este aqui apresentado, resolver o sistema de equações lineares gerado a cada iteração é, em geral, o processo que demanda maior tempo e esforço computacional. Buscamos com esta pesquisa auxiliar o projetista na escolha do método mais eficiente para a resolução desses sistemas.

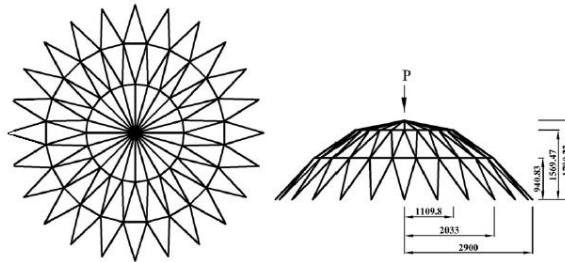


Figura 1: Treliça espacial do tipo cúpula. Fonte: Pajand et al. [2].

Agradecimentos

Os autores agradecem à UTFPR e à Fundação Araucária pelo apoio financeiro para o desenvolvimento desta pesquisa.

Referências

- [1] W. T. Matias. *El control variable de los desplazamientos en el análisis no lineal elástico de estructuras de barras..* In: Rev. In. Mét. Num. Cál. Dis. Ing., v. 18, n. 4, p. 549-572, 2002.
- [2] M. Rezaiee-Pajand, , S. R. Sarafrazi, H. Rezaiee. *Efficiency of dynamic relaxation methods in nonlinear analysis of truss and frame structures..* Computers and Structures, v. 112-113, p. 295?310, 2012.