

## **Análise não linear de treliças planas de aço em situação de incêndio**

**Társis Rafael Silva Travassos Oliveira\***, **Gian Carlo Calobrezi<sup>†</sup>**, **Maurício Rogério Ramos Ribeiro<sup>†</sup>**, **Valdir Pignatta Silva<sup>†</sup>**, **Paulo de Mattos Pimenta<sup>†</sup>**

\* Doutorando e Mestre do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Sócio Diretor da Grifa Engenharia Associados LTDA, Professor da Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, SP, Brasil - tarsis@usp.br

<sup>†</sup> Mestrando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - gian.calobrezi@gmail.com

<sup>†</sup> Mestrando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – mauricio3r@usp.br

<sup>†</sup> Professor da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, SP, Brasil - valpigss@usp.br

<sup>†</sup> Professor da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, SP, Brasil - ppimenta@usp.br

### **RESUMO**

No presente trabalho apresenta-se um estudo da não linearidade em treliças planas de aço à temperatura ambiente e em situação de incêndio, utilizando-se a formulação lagrangiana total. As equações de equilíbrio são formuladas via Princípio dos Trabalhos Virtuais. Para aplicação dessa análise, elaborou-se um programa computacional para fins didáticos. Nessa fase de implementação computacional utilizou-se a linguagem de programação MatLab. O principal objetivo deste artigo é mostrar a importância de se utilizar uma formulação em que as medidas de deformação linear específica e tensão empregadas sejam conjugadas. Utiliza-se o conceito de matriz de rigidez tangente e o procedimento incremental iterativo de Newton-Raphson para obtenção da solução numérica. Para validar o programa, compararam-se os resultados obtidos por meio desse sistema aos obtidos na literatura e a simulações computacionais realizadas no SAFIR. O exemplo numérico realizado neste trabalho, trata-se de uma treliça plana isostática em balanço com vão de 10 metros e altura de 1 metro, composta por elementos que possuem módulo de elasticidade  $E = 20.500 \text{ kN/cm}^2$  e módulo de elasticidade transversal  $G = 7.900 \text{ kN/cm}^2$ , sendo que os banzos superior e inferior são constituídos pelo perfil laminado em cantoneira de abas iguais  $4'' \times 4'' \times \frac{1}{4}''$  e todas as diagonais e montantes são constituídos pelo perfil laminado em cantoneira de abas iguais  $1.1/2'' \times 1.1/2'' \times 3/16''$ . Este estudo atingiu seu objetivo por meio do desenvolvimento de um sistema computacional com a funcionalidade de fazer análise estrutural de treliças planas considerando a não linearidade geométrica e do material, utilizando a formulação à temperatura ambiente e em situação de incêndio. A linguagem de programação utilizada para o desenvolvimento, MatLab, mostrou-se eficiente e foram feitos testes de validação do programa. Nos testes de validação foram utilizados casos com treliças considerando não linearidade física e geométrica à temperatura ambiente. A comparação mostrou que os resultados calculados por este sistema computacional e os resultados retirados da literatura coincidiram, confirmando que o programa desenvolvido é eficaz e com aplicabilidade para o objetivo proposto, após essa validação foram realizadas análises em situação e incêndio onde os resultados foram comparados com simulações feitas no SAFIR. O método de encontrar raízes utilizado, Newton-Raphson, produziu bons resultados, exceto em trechos da trajetória de equilíbrio, onde não foi possível a convergência, sendo necessário para essa situação o método do comprimento do arco.

### **REFERÊNCIAS**

- [1] Eurocode 3: Design of Steel Structures. *Part 1-2: General rules — Structural fire Design*. [S.l.]: The European Standard, 2005.