

MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS APLICADO A ENGENHARIA CIVIL

COSTA, Marcelo Sidney Mendes

Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva

BILESKY, Luciano Rossi

Prof. Orientador - Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva

RESUMO

O Método dos Elementos Finitos é uma análise matemática que consiste na fragmentação de um meio contínuo em pequenos elementos, sem que haja alteração das propriedades do meio original. Esses elementos são descritos por equações diferenciais e resolvidos por modelos matemáticos, para que sejam obtidos os resultados desejados. Somente com o advento dos computadores a sua viabilização tornou-se possível, facilitando a resolução das enormes equações algébricas. O MEF pode ser utilizado em diversas áreas das ciências exatas e biológicas e, devido à sua grande aplicabilidade e eficiência, existem trabalhos com esta metodologia nas diversas especialidades, quando se deseja analisar cargas, tensões ou deslocamentos. Com o contínuo uso desse método em pesquisas, com suas vantagens em relação a outros disponíveis, torna-se de suma importância o conhecimento da técnica, para que sua utilização possa proporcionar benefícios científicos. Para que os trabalhos sejam mais precisos em sua interpretação, torna-se primordial que o profissional da engenharia civil conheça os conceitos básicos deste método.

Palavras-chave: Método dos Elementos Finitos, equações, pesquisa científica.

ABSTRACT

The Finite Element Method is a mathematical analysis which consists fragmentation in a continuous medium into smaller elements, without there is change in the properties of the original medium. These elements are described by differential equations and solved by models Mathematical so that the desired results are obtained. Only with the advent of computers in their development became possible facilitating the resolution of the enormous algebraic equations. The MEF can be used in various fields of sciences and biological and because of its wide applicability and efficiency, there are jobs with this methodology in various specialties, when you want analyze loads, stresses or displacements. With the continuous use of this Method in research, with its advantages in relation to other available, it is extremely important knowledge of the art, so that their use can provide scientific benefits. For jobs to be more accurate in their interpretation becomes essential that the professional civil engineering know the concepts this basic method.

Keywords: Finite Element Method, equations, scientific research.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo a pesquisa da aplicação do método de elementos finitos-MEF para prever ocorrências de falhas estruturais, reduzindo custos e minimizando riscos de acidentes pessoais e danos materiais. Entender a problemática dos Métodos Aproximados aplicados a Engenharia, distinguir situações onde a utilização dos Métodos Aproximados é viável.

Durante as pesquisas foram observados em que situações podem-se aplicar o método de elementos finitos-MEF, definir pontos positivos e pontos negativos de sua utilização.

Este trabalho não tem como objetivo esgotar todos os usos do MEF, mas sim apresentar algumas suas aplicações.

As estruturas de edifícios, pontes, barragens, viadutos, etc., devem ser projetadas para que cumpram, durante toda a sua vida útil, as finalidades de utilização. A problemática levantada é que, deve-se projetá-las para que respondam às ações a que estão submetidas, de forma adequada, sem comprometer sua segurança, durabilidade e conforto. Para que esses objetivos sejam alcançado deve-se utilizar cálculos numéricos prevendo possíveis falhas estruturais.

Múltiplos tipos de problemas físicos que são encontrados nas ciências e nas engenharias são apresentados matematicamente na forma de equações diferenciais ordinárias e parciais. A solução exata habitualmente é fruto de um método de solução analítica encontrado por meio de métodos algébricos e diferenciais aplicados a geometrias e condições de contorno particulares; a aplicação generalizada dos métodos analíticos para diferentes geometrias e condições de contorno torna impraticável ou até mesmo impossível a obtenção de soluções analíticas exatas. O chamado Método dos Elementos Finitos (MEF) consiste em diferentes métodos numéricos que aproximam a solução de problemas de valor de fronteira descritos tanto por equações diferenciais ordinárias quanto por equações diferenciais parciais através da subdivisão da geometria do problema em elementos menores, chamados elementos finitos, nos quais a aproximação da solução exata pode ser obtida por interpolação de uma solução aproximada.

Atualmente o MEF encontra aplicação em praticamente todas as áreas de engenharia, como na análise de tensões e deformações, transferência de calor, mecânica dos fluidos e geologia, eletromagnetismo, etc.

2. Conteúdo

A idéia básica do Método dos Elementos Finitos consiste em subdividir, inicialmente, o domínio do problema, em subdomínios de dimensões finitas tais que, o conjunto de todos os subdomínios seja igual ao domínio original. Em seguida, sobre cada subdomínio, isoladamente, adota-se um comportamento aproximado, local, para as incógnitas do problema (ALVES, 2007).

Devido à complexidade do comportamento material, da geometria, das cargas ou das condições de fronteira, há muitos problemas de Engenharia para os quais não são conhecidas soluções analíticas. Em tais situações recorre-se a métodos numéricos que permitem a obtenção de soluções aproximadas (RIBEIRO, 2004).

Um dos métodos mais utilizados é o Método dos Elementos Finitos. Tal método implica uma divisão do domínio que se pretende analisar em subdomínios, designados por elementos, que se ligam entre si em pontos chamados nós. Assim, as soluções são formuladas para cada elemento e a seguir são combinadas para obter a solução para o domínio completo (ALVES, 2007).

Existem um grande número de problemas na Engenharia onde o Método dos Elementos Finitos podem ser aplicados, entre as quais se destacam a Mecânica dos Solos, a Mecânica Estrutural a Mecânica das Rochas, a Condução de Calor, a Engenharia Nuclear e a Hidrodinâmica (AZEVEDO, 2003).

Sendo o enfoque deste trabalho científico a apresentação e aplicação do MEF, temos como exemplo de aplicação do MEF segundo Azevedo (2003), que consiste na análise de uma estrutura do tipo consola curta de pequena espessura, sujeita às ações indicadas na Figura 1.1. Nestas condições pode-se admitir que se trata de um meio contínuo, sujeito a um estado plano de tensão [1.5]. Está representada na Figura 1.1 a malha utilizada, que é constituída por 92 elementos finitos quadriláteros, sendo cada um destes elementos definido por 8 nós. Também encontram-se assinalados os 10 nós que estão ligados ao meio exterior.

Depois de utilizada o MEF para completar a análise da estrutura, se conhece os valores aproximados dos deslocamentos e das tensões instaladas. Na Figura 1.2 está representada a malha deformada pela ação das forças aplicadas à estrutura. Para permitir uma melhor visualização dos deslocamentos, estes são multiplicados por um fator de ampliação. Como referência, é também representada a malha original indeformada. (AZEVEDO, 2003)

É possível ter uma percepção imediata dos locais em que as tensões principais apresentam maiores valores, com o tipo de visualização utilizado na Figura 1.3, bem como da trajetória das tensões dentro da estrutura. Neste tipo de representação cada segmento de reta está orientado segundo uma direção principal de tensão e a sua grandeza é proporcional ao valor da correspondente tensão normal. A cor verde indica que se trata de uma tração e à cor vermelha está associada uma compressão. (AZEVEDO, 2003)

Segundo Azevedo (2003) na Figura 1.4, o valor da componente vertical do vetor deslocamento é representado, em cada ponto, por intermédio de uma codificação por cores. Consultando a escala Introdução lateral, fica-se a conhecer a ordem de grandeza do deslocamento vertical em qualquer ponto da estrutura.

O tipo de visualização gráfica coincide na Figura 1.5 com o da Figura 1.4, tratando-se também da representação de um campo escalar por intermédio de uma codificação por cores. O campo representado na Figura 1.5 é o das tensões normais σ_y , sendo y o eixo vertical. Esta componente do tensor das tensões é sempre perpendicular a facetas horizontais. (AZEVEDO, 2003)

Fig. 1.1 - Consola curta: malha de elementos finitos e ação exterior.

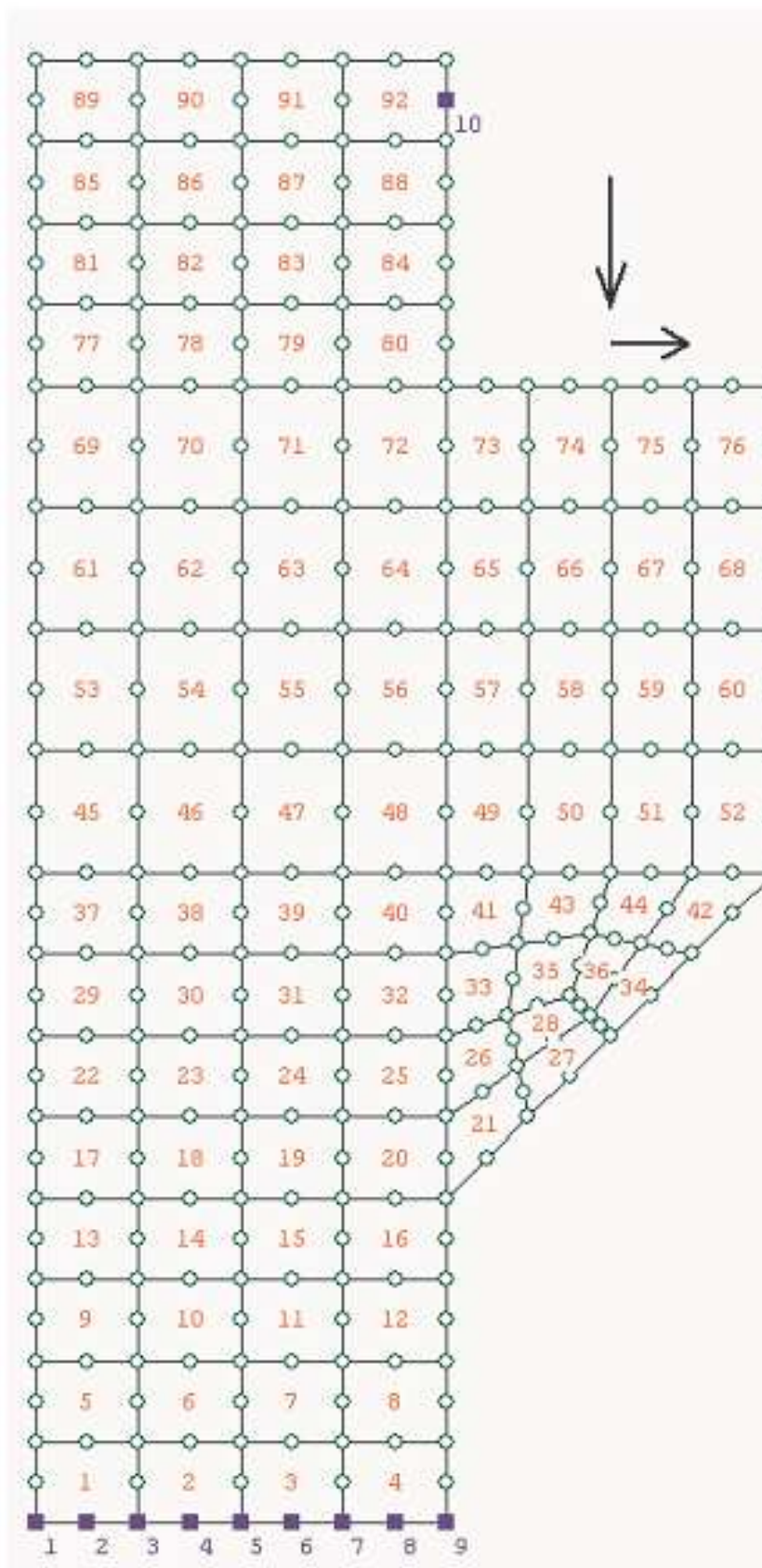


Fig. 1.2 - Consola curta: malha deformada representada sobre a estrutura indeformada.

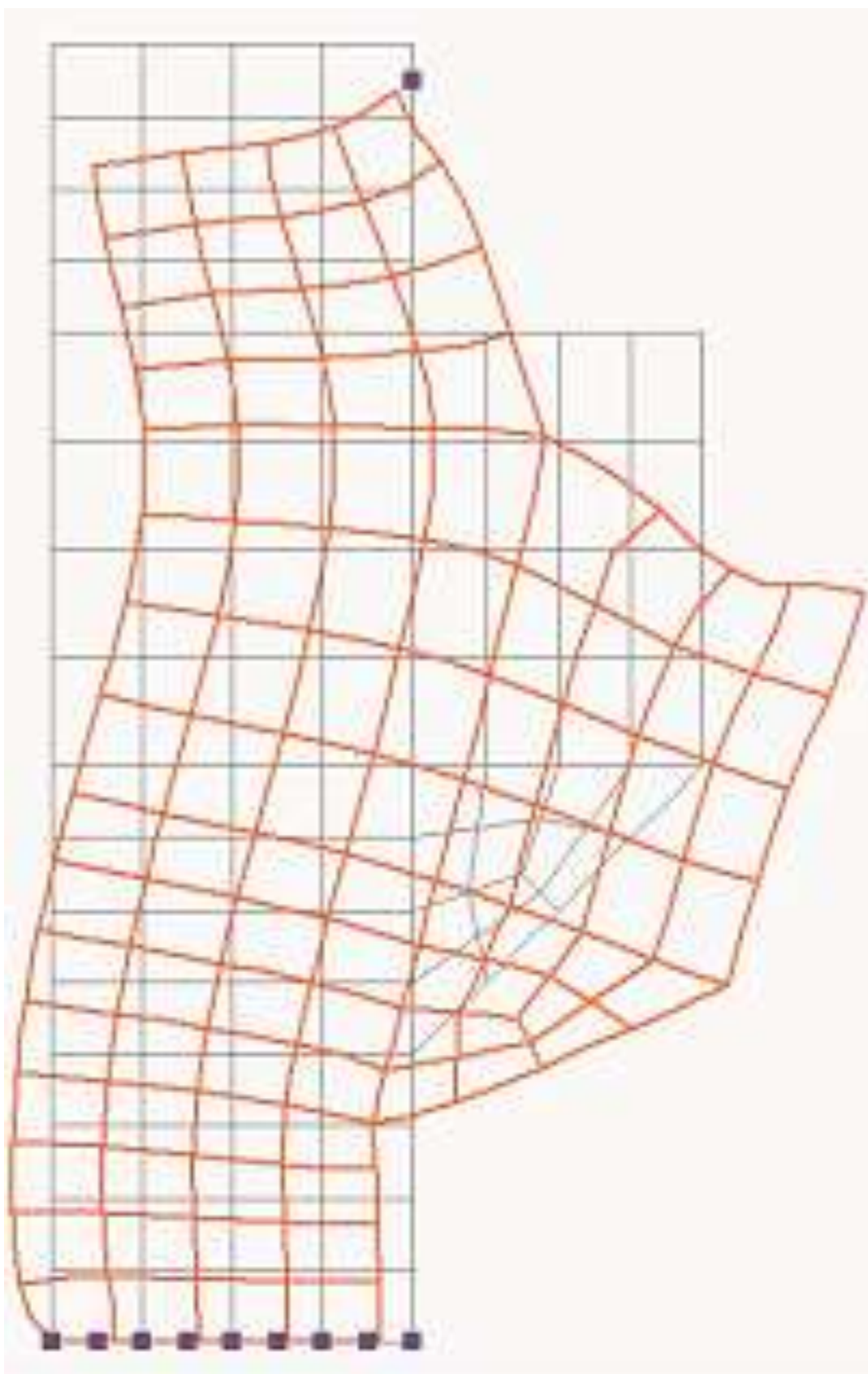


Fig. 1.3 - Consola curta: tensões principais e respectivas direções.

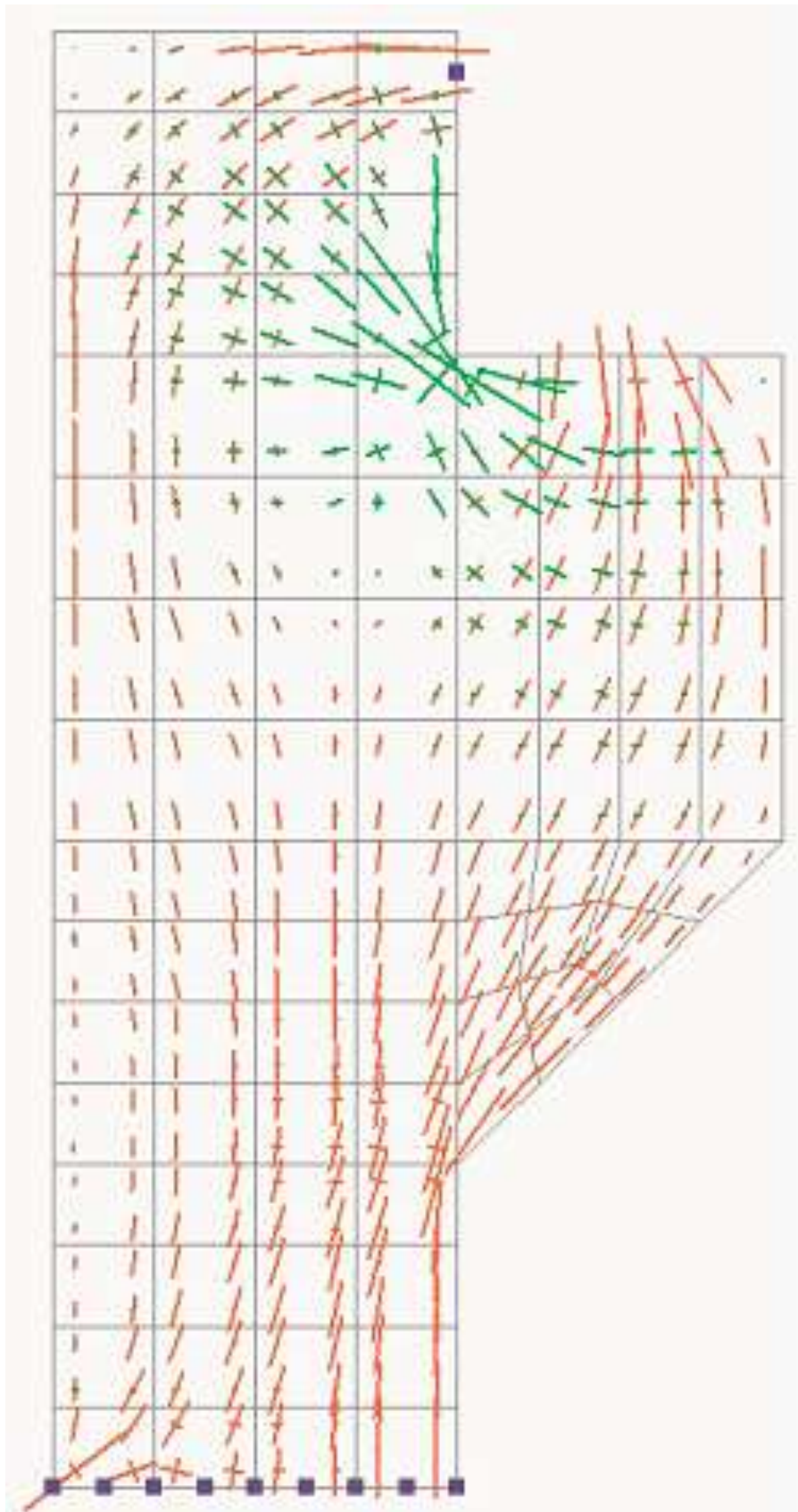


Fig. 1.4 - Consola curta: campo de deslocamentos verticais.

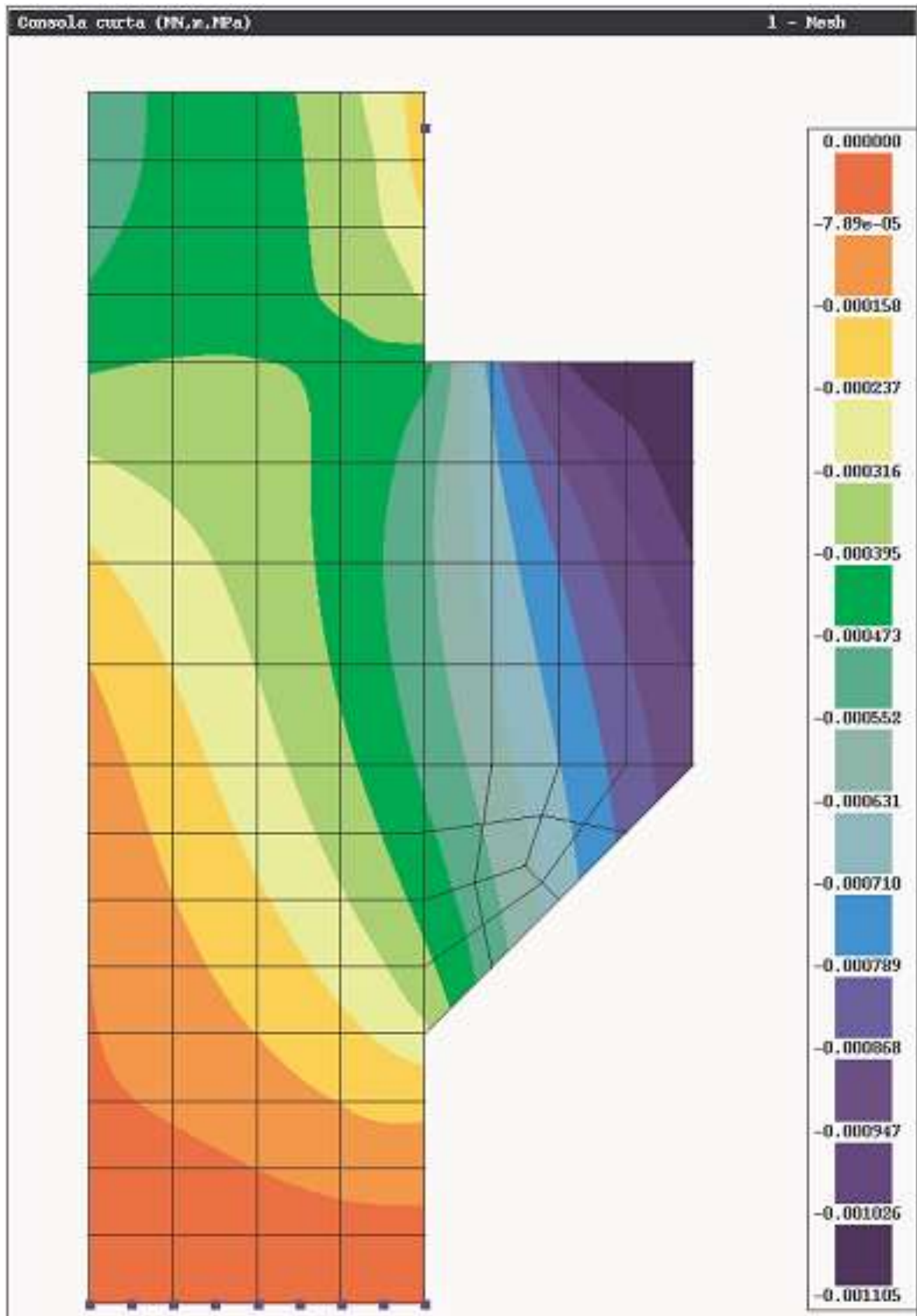
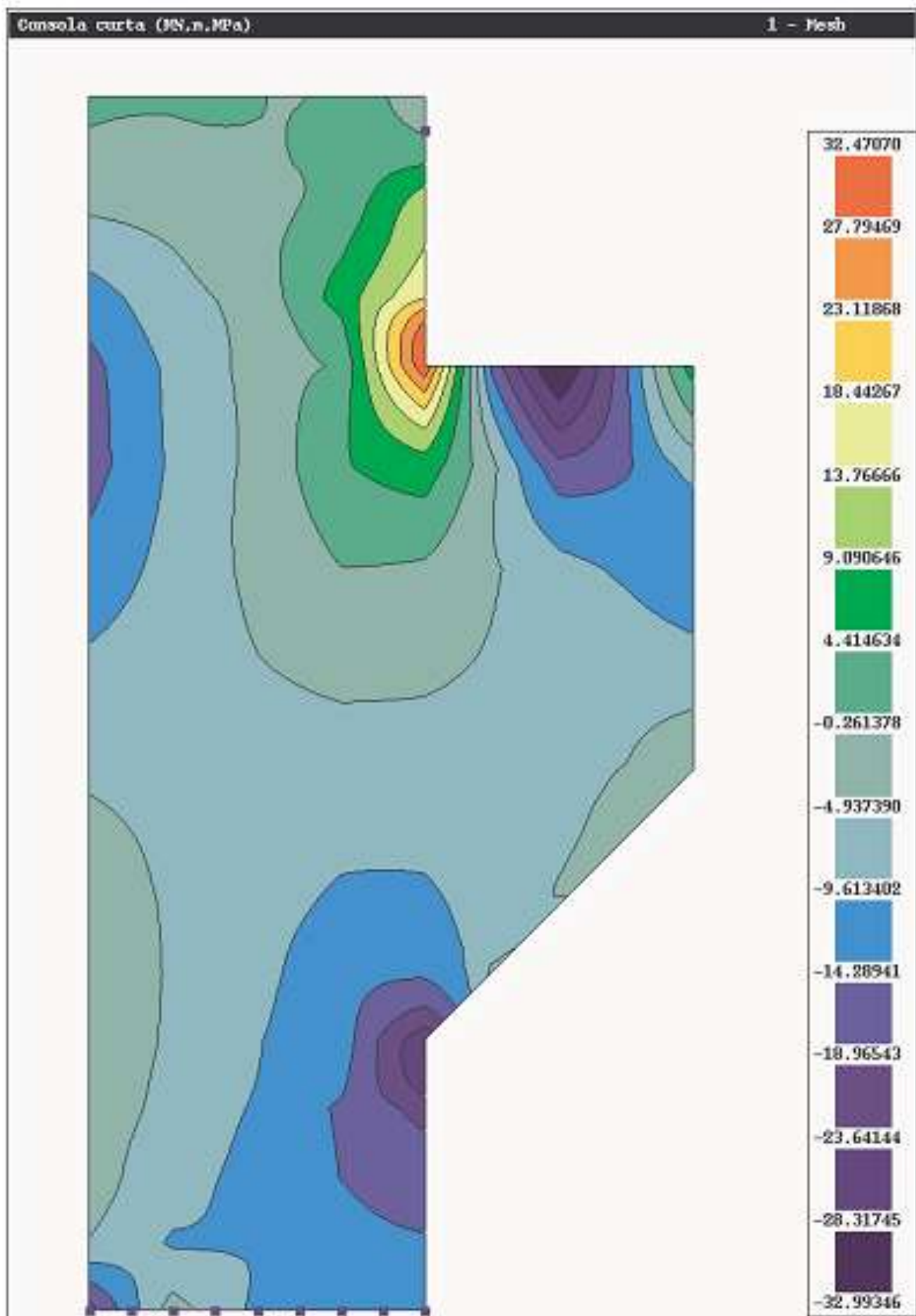


Fig. 1.5 - Consola curta: campo de tensões normais segundo um eixo vertical.



3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Conforme representado nas figuras de 1.1 a 1.5 pode-se demonstrar a aplicabilidade nas simulações de forças junto a elementos utilizados na engenharia civil, reduzindo tempo na efetivação dos cálculos, prejuízos materiais e humanos causados por eventuais erros de cálculos no dimensionamento de estruturas.

4. CONCLUSÃO

Com base nas informações apresentadas pode-se concluir que é grande a necessidade do estudo, desenvolvimento e aplicação do Método de Elementos Finitos na Engenharia Civil, e que com o avanço da tecnologia, desenvolvendo computadores cada vez mais potentes e mais acessíveis financeiramente, abri-se mais possibilidades no desenvolvimento e uso de programas de computadores baseados na aplicação do MEF.

5. REFERÊNCIAS

LIVROS DIGITAIS

AZEVEDO, A. F. M., **Método dos Elementos Finitos**, Porto – Portugal, 1ª Edição – Abril 2003, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Material da Internet

SOARES, M., **Elementos finitos - Alguns fundamentos**, disponível em http://www.mspc.eng.br/tecdiv/fem_0110.shtml Última atualização ou revisão: Dezembro/2007, acesso em 03/05/2012.

Teses e Dissertações

ALVES, L. M., **Métodos dos Elementos Finitos**, Curitiba, 2007, Apostila organizada como resultado do estudo das aulas para obtenção de créditos da Disciplina de Método dos Elementos Finitos do Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Paraná.

BABOSA, R. F, BARBOSA, S. C. **Trabalho simulação por elementos finitos – Simulação de uma mola de compressão**, Belo Horizonte, 2007, Universidade Federal de Minas Gerais.

RIBEIRO, J. C. L., **Simulação via método de elementos finitos da distribuição tridimensional de temperatura em estrutura em situação de incêndio**, Belo Horizonte, 2004, Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Estruturas pela Universidade Federal de Minas Gerais.

BILESKY, R. B., **Simulação numérica do comportamento da Madeira de Euclyptus citriodora ao cisalhamento através do ensaio de tração “off-axis”**, Guaratinguetá, 2010, Dissertação entregue a UNESP – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá.

MACHADO, A., **Uso do Método das Interfaces Coesivas na Simulação do Processo de Propagação de Trincas por Fadiga**, Porto Alegre 2007, 79 p. Dissertação submetida ao Corpo Docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

RIBEIRO, F. L. B., **Introdução ao método dos elementos finitos**, Rio de Janeiro, 2004, Notas de Aula do Professor Fernando L B Ribeiro da Universidade Federal do Rio de Janeiro.