

Modelagem Elasto-plástica com o Método de Aproximações Lineares Incrementais

Marcello Goulart Teixeira **Gabriel Thomaz de A. Pereira***

Program de Pós-Graduação em Informática, iNCE/IM, UFRJ
21941-590, Rio de Janeiro, RJ
E-mail: marcellogt@dcc.ufrj.br, gabriel.pereira@ppgi.ufrj.br,

I-Shih Liu

Universidade Federal do Rio de Janeiro - Instituto de Matemática
21941-590, Rio de Janeiro, RJ
E-mail: liu@im.ufrj.br

RESUMO

Os problemas que envolvem grandes deformações aparecem na engenharia (civil, mecânica, petróleo etc), na geologia, na física e em várias outras áreas da ciência. Portanto, estudá-los é de suma importância para o desenvolvimento da própria ciência e de novas tecnologias. Segundo [2], a deformação de um corpo é a transformação do mesmo, de uma configuração de referência para uma configuração atual.

A equação de movimento de um corpo é uma equação diferencial parcial não linear dada por

$$\rho_\kappa \ddot{\mathbf{x}} = Div T_\kappa + \rho_\kappa \mathbf{b} \quad (1)$$

em que T_κ é o tensor de tensão de Piola-Kirchhoff, ρ_κ a densidade de massa, \mathbf{b} a densidade de força do corpo e $\ddot{\mathbf{x}}$ a aceleração.

Ao considerarmos um problema de valor de contorno (PVC) de um corpo em equilíbrio e sem forças externas, encontra-se o seguinte PVC:

$$\begin{cases} -Div T_\kappa = 0 & \text{em } \Omega \\ T_\kappa \mathbf{n}_\kappa = \mathbf{f} & \text{em } \Gamma_1 \\ \mathbf{u} = \mathbf{g} & \text{em } \Gamma_2 \end{cases} \quad (2)$$

em que $\Omega \in \mathbb{R}^3$ e $\partial\Omega = \Gamma_1 \cup \Gamma_2$ são, respectivamente, a região ocupada e fronteira do corpo, \mathbf{n}_κ o vetor exterior normal à $\partial\Omega$, \mathbf{u} o deslocamento, \mathbf{f} tração prescrita na fronteira e \mathbf{g} deslocamento também prescrito na fronteira.

Em [1], [3], [4] e [5], para os casos em que os materiais são elásticos ou viscoelásticos, propõe-se o método de *Aproximações Lineares Incrementais* (ALI) em que esses PVC's são formulados nas coordenadas relativas à configuração atual.

Neste método, as equações constitutivas são calculadas a cada estado, sendo a configuração de referência atualizada como a configuração atual em cada passo de tempo. Supondo em cada passo de tempo pequenas deformações, as equações constitutivas são linearizadas. Desta maneira resolve-se o problema não linear através de incrementos lineares em cada passo de tempo.

Em [3], um exemplo de flexão de um corpo elástico retangular é comparado com a solução analítica e a solução encontrada pelo método ALI é ilustrada na Figura 1.

*bolsista de mestrado CAPES

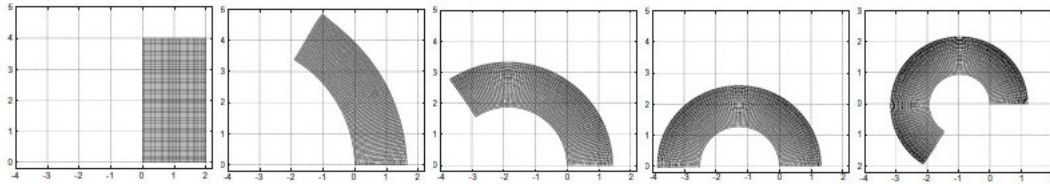


Figura 1: Flexão em uma seção circular. Malha de 40×80 elementos finitos. Ver [3].

O presente trabalho encontra-se em andamento e tem como principal objetivo comprovar a robustez do método ALI aplicando-o a um PVC como (2) e considerando um material elasto-plástico. Portanto, é preciso considerar os modelos de plasticidade, que dependem do material que o corpo é constituído. Serão implementados dois modelos de plasticidade, um para aço (critério de von Mises[6]) e outro para solo (critério de Drucker-Prager[6]). Vale ressaltar que essa abordagem, o método ALI com materiais elasto-plásticos, não é encontrada na literatura.

Palavras-chave: *Plasticidade, elementos finitos, aproximações lineares incrementais*

Referências

- [1] R.A. Cicolatti, I.-S Liu, M.A. Rincon, Mathematical analysis of successive linear approximation for Mooney-Rivlin material model in finite elasticity , *Journal of Applied Analysis and Computation*, 2 (2012) 363-379.
- [2] I.-S Liu, “Continuum Mechanics”, Springer, New York, 2002.
- [3] I.-S Liu, Successive linear approximation for boundary value problems of nonlinear elasticity in relative-descriptive formulation, *International Journal of Engineering Science*, 49 (2011) 635-645.
- [4] I.-S Liu, R.A. Cicolatti, M.A. Rincon, Successive linear approximation for finite elasticity , *Computational & Applied Mathematics*, 29 (2010) 465-478.
- [5] I.-S Liu, R.A. Cicolatti, M.A. Rincon, L.A. Palermo, Successive Linear Approximation for Large Deformation –Instability of Salt Migration , *Journal of Elasticity*, 114 (2014) 19-39.
- [6] D.R.J. Owen, E. Hilton, “Finite Elements in Plasticity: Theory and Practice”, Pineridge Press Limited, Swansea, U.K., 1980.