

Métodos p-Adaptativos de Elementos Finitos Híbridos e Mistos para o Problema de Propagação de Ondas em Meios Heterogêneos

Leonardo F. Mello*, Iury Igreja† Abimael F. D. Loula*

* Laboratório Nacional de Computação Científica - LNCC, 25651-075, Petrópolis, RJ, Brasil
E-mail: lfmello@lncc.br, Web page: <http://www.lncc.br>

† Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF, 36036-900, Juiz de Fora, MG, Brasil
E-mail: iuryigreja@ice.ufjf.br

RESUMO

O modelo matemático que descreve o problema de ondas harmônicas é amplamente usado em pesquisa e desenvolvimento nas áreas de vibrações estruturais e ótica. Nas últimas décadas, diversas abordagens numéricas com o intuito de reduzir os efeitos de poluição numérica, característicos deste tipo de problema, foram propostos. Além disso, quando o espalhamento da onda se dá em meios heterogêneos e busca-se aproximar todo o domínio com a mesma precisão são aplicadas estratégias de adaptatividade que visam uma boa aproximação com reduzido custo computacional por se tratar de um refinamento realizado apenas em regiões específicas do domínio [2]. Dessa forma, para representar tal fenômeno, utilizamos um método de elementos finitos misto híbrido, estabilizado por resíduos de mínimos quadrados [1,3], denominado *Stabilized Hybrid Method* (SHM), e propomos uma estratégia p-adaptativa que gera um algoritmo de refinamento polinomial automático. O método SHM é caracterizado pela imposição de forma fraca da continuidade entre os elementos através de multiplicadores de Lagrange. Esta abordagem dá origem a um sistema global envolvendo apenas os graus de liberdade associados aos multiplicadores e as variáveis de interesse podem ser resolvidas no nível do elemento. Esta metodologia permite a implementação de estratégias de adaptatividade do tipo h e p, além de apresentar grande flexibilidade na escolha dos espaços de aproximação. Neste contexto, propomos uma estratégia p-adaptativa que gera um algoritmo de refinamento polinomial automático a fim de capturar de forma eficiente os fenômenos em regiões que necessitam de uma aproximação mais acurada. Para ilustrar a flexibilidade e robustez do método proposto, estudos numéricos são realizados em meios heterogêneos em regimes de diferentes frequências adotando, quando necessário, a estratégia p-adaptativa para atingir melhor precisão da aproximação.

REFERÊNCIAS

- [1] L. Mello, I. Igreja, A. Loula, *Método de Elementos Finitos Híbrido Estabilizado p-Adaptativo para o Problema de Helmholtz em Meios Heterogêneos*, CILAMCE XXXVI Ibero-Latin American Congress on Computational Methods in Engineering, Rio de Janeiro, Anais Proceedings, (2015).
- [2] G. Giorgiani, S. Fernández-Mández, A. Huerta, *Hybridizable discontinuous Galerkin p-adaptive for wave propagation problems*, Int. J. Numer. Meth. Fluids 72, 1244–1262, (2012).
- [3] R. Griesmaier, P. Monk, *Error analysis for a hybridizable discontinuous Galerkin method for the Helmholtz equation*, J. Sci. Compute, (2011).