

# Aproximação Semi-lagrangeana para as Equações de Navier-Stokes acopladas ao transporte de espécie química

Gustavo dos Anjos\*, Norberto Mangiavacchi, Luiz M. Carvalho,

UERJ - Depto. de Engenharia Mecânica/GESAR,

Rua Fonseca Teles, 121 - Rio de Janeiro, RJ - CEP 20940903

E-mail: gustavo.gesar@gmail.com, norberto@uerj.br, luizmc@ime.uerj.br,

**José Pontes**

UFRJ - Programa/Depto. de Eng. Metalúrgica e de Materiais PEMM-DMM/COPPE/UFRJ

Caixa Postal 68505 Rio de Janeiro, RJ - CEP 21941972 - Brasil

E-mail: jopontes@metalmat.ufrj.br

**Cássio B. P. Soares**

Furnas Centrais Elétricas S.A. - Depto de Engenharia Ambiental

Rua Real Grandeza, 219 - Rio de Janeiro, RJ - CEP22283400

cassiobp@furnas.com.br

## RESUMO

Um modelo numérico é proposto para a solução das equações de Navier-Stokes acopladas ao transporte de uma espécie química. O Método dos Elementos Finitos é utilizado para a discretização do problema e o paradigma da orientação a objetos, para elaboração do código numérico. A discretização espacial dos termos difusivos e da pressão é feita pelo método de *Galerkin*. Utiliza-se, para discretização da derivada substancial, uma abordagem semi-Lagrangeana através de um esquema implícito por diferenças regressivas de primeira ordem. O sistema linear é decomposto em blocos LU através do método da projeção discreto e resolvido por método pelo método de gradientes conjugados pré-condicionados. A metodologia se mostrou estável para elevado número de Reynolds, caracterizando transporte predominantemente convectivo e não-linear. O sistema de equações algébricas resultantes do método de elementos finitos ganhou elevado desempenho e menor custo computacional na utilização de reordenamento das matrizes através do algoritmo Cuthill-McKee reverso. O código numérico, implementado com base no para-

digma da orientação a objetos, mostrou-se eficaz, de fácil manutenção e desenvolvimento futuro.

## Referências

- [1] Batchelor, G. K., "An Introduction do Fluid Dynamics", Cambridge University Press, 1967.
- [2] Boyd J.P., "Chebyshev and Fourier Spectral Methods", Dover Publications, Inc, 2000.
- [3] Cuthill, E. and McKee, J., "Reducing the bandwidth of sparse symmetric matrices", In Proceedings of the 1969 24th national conference, 1969.
- [4] Hughes, T. J. R., "The Finite Element Method - Linear Static and Dynamic finite Element Analysis", Dover Publications, INC, 1987.

---

\*Furnas Centrais Elétricas S.A.