

# **XXI CNMAC**

**XXI Congresso Nacional  
de Matemática Aplicada  
e Computacional**

---

**RESUMO DAS COMUNICAÇÕES**

---

**de setembro de 1998  
Belo Horizonte - Caxambu, MG**

# CNMAC

## XXI Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional

### Resumo das Comunicações

---

Realização:



Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e  
Computacional - SBMAC

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

---

14 A 18 de setembro de 1998  
Hotel Glória - Caxambu, MG

**UFRGS**  
**INSTITUTO DE INFORMÁTICA**  
BIBLIOTECA

## SOLUÇÃO DAS EQUAÇÕES DE EULER SOBRE PERFIS AERODINÂMICOS

Manuela L. Castro, Alvaro L. De Bortoli  
 Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
 Departamento de Matemática Pura e Aplicada  
 e-mail: manuela@mat.ufrgs.br

### Introdução

A análise de escoamentos sobre perfis aerodinâmicos é objeto de estudo de diversos trabalhos devido a sua grande importância atualmente em que se deseja cada vez mais encurtar distâncias. O objetivo do presente trabalho é o estudo de métodos numéricos para a solução das equações de Euler e a comparação dos resultados assim obtidos com a solução para o escoamento potencial sobre a mesma geometria [Castro et al., 1998]. Para a pressão utiliza-se uma equação do tipo Poisson obtida da conservação de quantidade de movimento.

### Equações Governantes

As equações que regem o escoamento sem simplificações são as equações de Navier-Stokes, que podem ser escritas para escoamentos incompressíveis [Aris, 1962] como

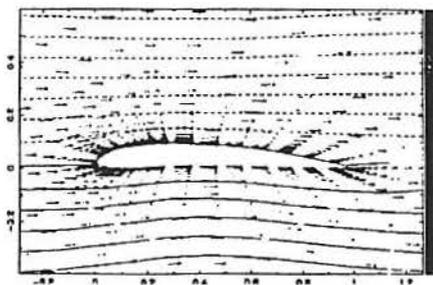
$$\mathbf{u}_t + (\mathbf{u} \cdot \nabla) \mathbf{u} + \nabla p - \nu \nabla^2 \mathbf{u} - \mathbf{f} = 0$$

Em escoamentos sem atrito, em que os efeitos da viscosidade possam ser desprezados pode-se simplificar as equações acima eliminando os termos que dependem da viscosidade  $\nu$ , obtendo-se as equações de Euler [Hughes et al., 1979]. Neste tipo de escoamento não existem tensões de cisalhamento e as tensões normais correspondem as pressões, que é isotrópica. Estas equações podem ser escritas como

$$\mathbf{u}_t + (\mathbf{u} \cdot \nabla) \mathbf{u} + \nabla p - \mathbf{f} = 0$$

que deve ser resolvida juntamente com a equação da continuidade  $\nabla \cdot \mathbf{u} = 0$ . Deve-se ainda obter a equação para a pressão pois os gradientes de velocidade são obtidos através de gradientes de pressão. Desta forma, usando a equação da conservação da quantidade de movimento e a equação da continuidade obtemos a equação para a pressão [Henshaw, 1994]

$$\nabla^2 p + \nabla \mathbf{u} \cdot \mathbf{u}_t + \nabla \mathbf{v} \cdot \mathbf{u}_x + \nabla \mathbf{w} \cdot \mathbf{u}_y - \nabla \cdot \mathbf{f} = 0$$



### Resultados

Neste trabalho utilizamos o métodos de Runge-Kutta para a resolução numérica das equações de Euler e de Gauss-Seidel [Pléchet et al., 1984] para a equação de Poisson que descreve a pressão. Também foram realizadas algumas simulações para o caso do escoamento potencial a fim de obter-se uma visão global do escoamento sem atrito. Nesta figura podemos observar as linhas de corrente do escoamento obtidas para uma malha de 32x20 células e sua coerência com o mapa de velocidades. [Steinberg et al., 1993]

### Conclusões

Como o trabalho está em desenvolvimento os resultados obtidos até o momento são parciais. O mapa de velocidades obtido até o momento utilizando-se as equações de Euler e a equação de Poisson para a pressão mostra-se bastante próximo do anteriormente calculado utilizando-se a hipótese do escoamento potencial, mostrando algumas diferenças na região próxima ao corpo, como era esperado.

### Bibliografia

- Aris, R.; 1962. *Vectors, Tensors and the Basic Equations of Fluid Mechanics*. Prentice-Hall, Inc.
- Castro, M.L.; 1998. *Escoamentos sem atrito sobre perfis aerodinâmicos*. V ERMAC, FAFRA, Santa Maria-RS.
- Henshaw, W. D. 1994. *A Fourth-Order Accurate Method for the Incompressible Navier-Stokes Equations on Overlapping Grids*. Journal of Computational Physics 113, pp. 13-25.
- Hughes et al.; 1979. *Dinâmica dos Fluidos*. Coleção Schaum. Editora McGraw-Hill do Brasil.
- Pléchet et al., 1984; *Computational Fluid Mechanics and Heat Transfer*. Mc Graw-Hill Book Company.
- Steinberg et al.; 1993. *Fundamentals of Grid Generation*. CRC Press, Inc.

UFRGS  
 INSTITUTO DE INFORMÁTICA