

# ESTUDO DE ESCOAMENTOS COMPRESSÍVEIS COM CORPOS RÍGIDOS IMERSOS NO DOMÍNIO

Bruno Moschetta



XXIII SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA – UFRGS - OUTUBRO/2011

Orientador: Armando Miguel Awruch  
CEMACOM – Centro de Mecânica Aplicada e Computacional

## INTRODUÇÃO

São diversas as aplicações para problemas que envolvem o movimento de corpos rígidos imersos no escoamento de fluídos: separação de mísseis de aeronaves, ejeção de pilotos, aerofólios móveis (com ângulo de ataque variando ao longo do tempo), dispositivos de hipersustentação e etc.

Nesse trabalho, são estudados dois casos envolvendo o movimento de corpos rígidos imersos em escoamentos. Primeiramente, um caso teste foi montado no qual duas situações fisicamente equivalentes são simuladas de duas maneiras diferentes, uma delas envolvendo o movimento de corpo rígido. Posteriormente, foi estudada a queda de um objeto em um escoamento supersônico.

Os casos foram resolvidos com o auxílio de um software comercial, ANSYS Fluent.

## AS EQUAÇÕES

Os casos foram resolvidos com as equações de Euler para escoamentos compressíveis invíscidos na formulação Lagrangeana-Euleriana Arbitrária:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho (\vec{u} - \vec{w})) = 0$$

Conservação da massa

$$\frac{\partial \rho \vec{u}}{\partial t} + \nabla \cdot ((\vec{u} - \vec{w}) \times (\rho \vec{u})) + \nabla p = 0$$

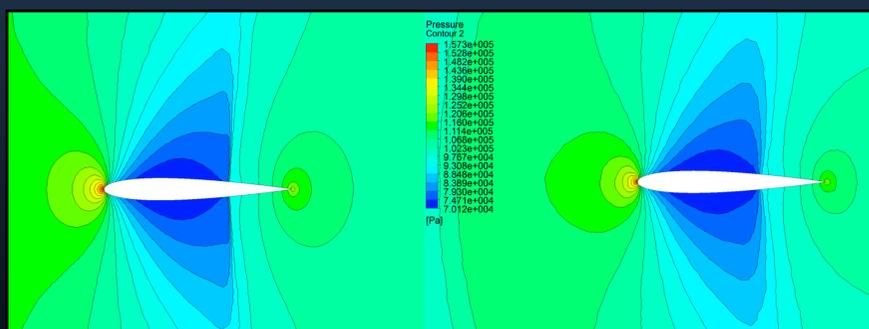
Conservação da quantidade de movimento

$$\frac{\partial E}{\partial t} + \nabla \cdot ((\vec{u} - \vec{w}) \times (E + p)) = 0$$

Conservação da energia

## CASO 1

Escoamento em torno de aerofólio NACA 0012. Foram simuladas duas situações fisicamente equivalentes, porém de implementação numérica diferente.

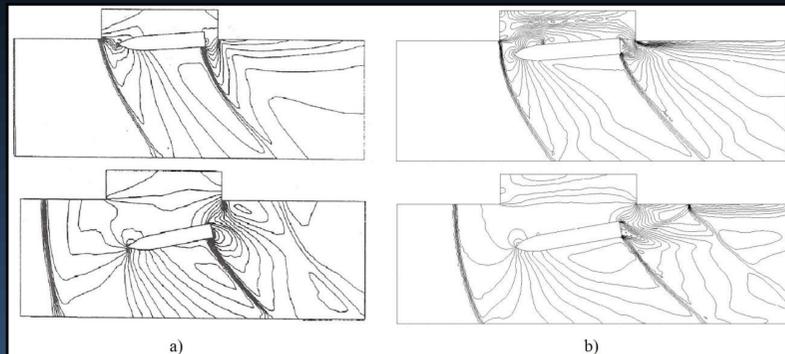


Sem movimento de corpo rígido Com movimento de corpo rígido

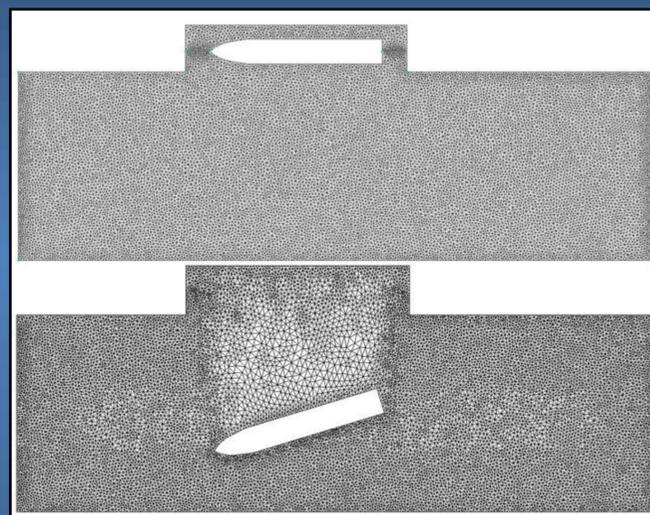
Contornos de pressão para as duas metodologias de simulação

## CASO 2

Escoamento em torno de um míssel sendo lançado em fluxo supersônico.



Contorno de número de Mach. Comparação entre resultado obtido neste trabalho (b) com resultado da literatura (a).



Malha nos instantes inicial e final do cálculo

## CONCLUSÕES

O ANSYS Fluent foi capaz de lidar com problemas de corpos rígidos móveis imersos em escoamentos compressíveis.

No caso 1, o software apresentou resultados coerentes, visto que duas situações físicas equivalentes, porém com metodologias numéricas diferentes (uma delas tradicional e outra com movimento de corpo rígido) apresentaram resultados semelhantes. Para esse caso, a metodologia tradicional é a mais indicada visto que não necessita adaptação de malha.

Para o caso 2 também foram obtidos resultados semelhantes aos da literatura.

A maior dificuldade desse tipo de problema encontra-se na etapa de adaptação de malha que é causada pelo movimento do corpo rígido. A malha adaptada normalmente apresenta qualidade inferior à malha inicial prejudicando os resultados dos cálculos.

## REFERÊNCIAS

R. Löhner. An adaptive finite element solver for transient problems with moving bodies. *Computers & Structures*. Vol. 30 (1988) pp. 303-317.