

# Simulação Fluidodinâmica em tubeira de um canhão

Eduardo Vila Real Mendes, Koshun Iha, José Atílio Fritz Fidel Rocco e Nehemias Lima Lacerda

Instituto Tecnológico de Aeronáutica, End: Praça Marechal Eduardo Gomes, 50 – Vila das Acácias – CEP: 12228-900 – São José dos Campos – SP - Brasil

**Resumo** — A simulação fluidodinâmica computacional (CFD) vem sendo largamente aplicada na engenharia para análise de escoamento de fluidos. A vantagem da simulação numérica, em relação ao procedimento experimental, está na economia de tempo, precisão de resultados e flexibilidade em ajustes de equipamentos mecânicos.

Nesse artigo, o objetivo é mostrar resultados de simulação numérica para a tubeira de um canhão. Nessa simulação foi utilizado o pacote *Fluent*, que resolve as equações do movimento pelo método dos volumes finitos.

As especificações do canhão utilizadas foram as mesmas do projeto “Canhão sem recuo” apresentado na Feira de Ciências do ITA de 2006.

Portanto a ajuda desse trabalho é a apresentações de resultados de velocidade, pressão, temperatura, enfim, do comportamento do escoamento de ar no interior da tubeira do canhão. Assim, este estudo afirma a possibilidade de utilização da ferramenta de simulação numérica em projetos de propulsão e explosão.

**Palavras-chaves** — CFD, elementos finitos, simulação numérica, canhão sem recuo.

## I. INTRODUÇÃO

A necessidade de simulação numérica para o interior de uma tubeira de um canhão surgiu com o projeto canhão sem recuo apresentada na Feira de Ciências do ITA de 2006. A construção do canhão está baseada na geometria da tubeira, uma vez que o recuo do armamento será mínimo caso a velocidade dos gases de saída seja maior.

Sob os aspectos de construção e financeiro não é viável realizar excessivos testes reais com o armamento para diferentes formas de tubeira. Portanto, o recurso da simulação CFD foi aplicado para o estudo do escoamento de gás no interior da tubeira obtendo, assim, os perfis de velocidade, pressão e temperatura.

Para a realização da simulação foi preciso conhecer dados referentes às condições de contorno da tubeira, tais como velocidade e temperatura do fluxo de gás na entrada da tubeira.

## II. ANÁLISE TEÓRICA

### A. Equações e modelos de Fluidodinâmica Computacional

O método matemático para a solução de equações diferenciais parciais é o MEF (método dos elementos finitos).

Eduardo Vila Real Mendes, [ita.eduardo@gmail.com](mailto:ita.eduardo@gmail.com), Tel +55-12-81299519; Koshun Iha, [koshun@ita.br](mailto:koshun@ita.br), Tel +55-12-39476852; José Atílio Fritz Fidel Rocco, [friz@ita.br](mailto:friz@ita.br), Tel +55-12-39475918; Nehemias Lima Lacerda [nehemias@alumni.caltech.edu](mailto:nehemias@alumni.caltech.edu), Tel. +55-12-97096107.

Nesse trabalho foi utilizado o software, de simulação CFD, *Fluent*, cuja licença é detida pelo Departamento de Aeronáutica do ITA.

Nesta seção serão abordados os principais modelos utilizados para a simulação fluidodinâmica incluindo um escoamento de fluido básico, modelo de turbulência, equação de energia. Em seguida será feita uma análise do escoamento compressível.

## III. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

O trabalho desenvolvido consiste na utilização da ferramenta CFD como otimização na construção de um canhão sem recuo. Para isso, a simulação numérica deve ser capaz de simular o escoamento no interior da tubeira prevendo as velocidades e pressão do gás no interior da tubeira.

Portanto, a partir dos resultados obtidos com a simulação numérica, pode-se concluir se a geometria e a quantidade de pólvora estão adequadas para o objetivo do projeto. A geometria está relacionada diretamente com a formação de onda de choque, e a quantidade de pólvora relaciona a energia liberada para o projétil, determinando, a temperatura do escoamento do gás.

## IV. RESULTADOS

Assumindo a geometria do canhão e a temperatura do ar nas regiões próximas da explosão foi realizada a simulação fluidodinâmica através do software *Fluent*.

As principais variáveis resolvidas de maior interesse para o estudo do escoamento foram: pressão total absoluta e pressão total relativa, densidade, módulo da velocidade, número de *Mach*, temperatura estática, temperatura total e viscosidade turbulenta.

## V. SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Nesse trabalho foram realizadas simulações com o método dos elementos finitos. Outra hipótese é a utilização do método das características. Portanto, a realização de um trabalho com o método das características, e posteriormente, uma comparação com o método dos elementos finitos é um importante ganho para a comunidade científica.

Outro recurso para o desenvolvimento do trabalho é a implementação de uma rotina que realize alterações na geometria do canhão otimizando a construção do mesmo.

## VI. CONCLUSÃO

Assim, com a metodologia utilizada para a solução do problema apresentado, conclui-se a importância dos recursos de simulação fluidodinâmica na solução de escoamentos supersônicos.