

Estudo Numérico de Entradas de Ar para Aeronaves

Leticia Hime¹ e Luis Fernando F. da Silva²

Dept^o. de Engenharia Mecânica, DEM, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, PUC-Rio
22453-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

¹hime@mec.puc-rio.br, ²luisfer@mec.puc-rio.br (orientador)

Aeronaves de todos os tipos necessitam de entradas de ar secundárias, destinadas a alimentar sistemas tais como refrigeração do motor, ar condicionado, dentre outros. Estas entradas introduzem não uniformidades na superfície externa da aeronave, provocando um arrasto parasita nefasto ao desempenho da mesma. Desta forma, o cálculo da forma da entrada de ar deve levar em conta tanto a sua eficiência quanto a influência desta sobre a aerodinâmica da aeronave. Existem dois principais tipos de entrada de ar: “scoop” e “flush” (ou submersa). Inicialmente eram usadas apenas as entradas tipo “scoop”, tal como mostrada na figura 1, que captura o ar fora da camada limite. Por ser uma estrutura proeminente, este tipo de entrada de ar gera um grande arrasto. Visando a diminuição do arrasto e conseqüente diminuição de custo de operação relacionado ao consumo de combustível, foi desenvolvida uma forma alternativa de captura de ar: a entrada tipo “flush”, mostrada na figura 2. Este tipo de entrada de ar também é conhecido como “entrada de ar submersa”, pois está totalmente dentro da camada limite.

O funcionamento da entrada tipo “flush” está baseado na geração de vórtices devido à deflexão da superfície, o que faz com que ocorra desvio do ar para o interior da entrada de ar. A formação e a intensidade destes vórtices está intimamente ligada à geometria da entrada de ar.

Neste trabalho, utilizam-se recursos computacionais (*Computational Fluid Dynamics* - CFD) para analisar o funcionamento de entradas de ar tipo “flush”, visando preparar o caminho para estudos futuros de otimização da geometria da entrada e de dispositivos a ela associados destinados à melhoria da sua eficiência. É importante ressaltar que nosso trabalho utiliza parâmetros do escoamento característicos do regime de vôo transônico no qual operam as aeronaves de transporte regional. Em particular, procurou-se determinar os requisitos mínimos em termos de malha computacional necessários para a previsão do escoamento no interior da entrada de ar e, em última instância, da sua eficiência. Também foi avaliada a influência da escolha do modelo de turbulência sobre o resultado obtido.

Num primeiro momento nosso propósito é compreender todos os parâmetros do problema num caso de geometria bidimensional. Dois casos são considerados: (i) uma entrada de ar projetada para fornecer máxima vazão mássica, (ii) uma entrada de ar projetada para máxima eficiência, dimensionadas de acordo o ESDU 86002 [1]. Optamos por começar o estudo pelo caso de fluxo máximo.



Figura 2 – Entrada de ar tipo “scoop”.



Figura 1 – Entrada de ar tipo “flush” (NACA).

Para geração de malhas computacionais utilizamos o software GAMBIT (Versão 7.1.1.0) e para simulação utilizamos o FLUENT (Versão 6), ambos disponíveis no Laboratório de Computação Avançada do Departamento de Engenharia Mecânica da PUC-Rio.

A geometria estudada considera uma entrada de ar situada após uma placa plana de 5m de comprimento. Esta escolha permite aproximar o que ocorre em aeronaves de transporte regional, nas quais as entradas de ar secundárias encontram-se afastadas do nariz da aeronave. Após a entrada consideramos um duto de altura constante e de 1m de comprimento, paralelo à superfície externa da aeronave. A opção pelo duto se deve ao comportamento característico do escoamento turbulento plenamente desenvolvido em dutos.

Foi realizado um estudo de sensibilidade do resultado obtido à escolha da malha. Três malhas foram utilizadas para fins de comparação. Uma primeira malha é mostrada na figura 3. Procurou-se minimizar o número de pontos fora da área de interesse, isto é, da entrada de ar. As outras malhas diferiam dessas pelo número de pontos. As malhas utilizadas são malhas híbridas, formadas por quadriláteros quando na vizinhança de paredes e por triângulo no resto do domínio. Isto é necessário para que a malha se ajuste à geometria da entrada de ar.

Inicialmente o modelo de turbulência $k-\epsilon$ foi escolhido por ser o mais usado em casos de escoamento misto (externo e interno). Em seguida, foi estudada a influência de três modelos de turbulência, isto é, os modelos $k-\epsilon$, $k-\omega$, e de Spalart-Allmaras, sobre os resultados de cálculo.

Para análise dos dados obtidos exportou-se os dados do Fluent para o software Tecplot 9. Para fins de comparação entre as diferentes malhas computacionais e os três modelos de turbulência, são comparadas as evoluções da componente de velocidade na direção longitudinal (x), energia cinética turbulenta, viscosidade turbulenta e taxa de dissipação de energia cinética turbulenta. Uma atenção particular foi dada a correta predição da camada limite turbulenta a montante da entrada de ar.

A partir dos resultados obtidos foi possível determinar a malha computacional mais adequada ao problema, bem como analisar a influência da escolha do modelo de turbulência sobre as diversas propriedades. Tornou-se evidente que o refinamento da malha na região de camada limite é fator determinante para confiabilidade dos resultados. Também mostrou-se que uma discrepância de até 8% no valor calculado da vazão mássica no duto é obtida utilizando-se os diferentes modelos de turbulência.

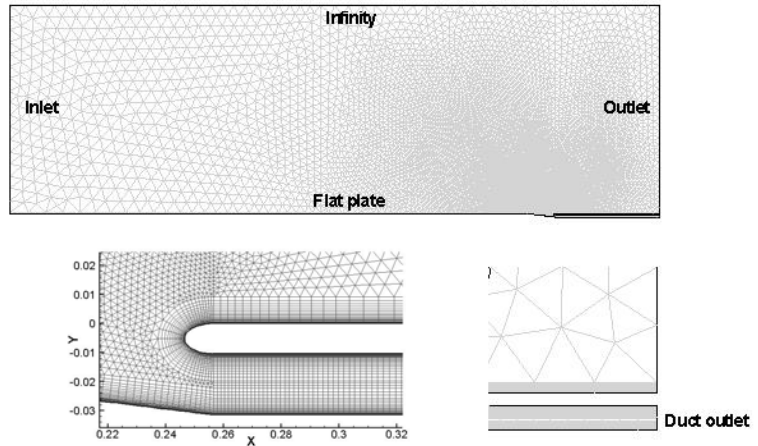


Figura 3 - Malha padrão e detalhe na região da entrada de ar.

REFERENCES

- [1] Anon., Drag and pressure recovery characteristics of auxiliary air inlets at subsonic speeds, *Engineering Sciences Data Unit N^o.86002*, Londres, Inglaterra (1986).
- [2] Nogueira de Faria, W. and Oliveira, G. L., Análise de entradas de ar tipo NACA com gerador de vórtices”, *IX Encontro Nacional de Ciências Térmicas*, Caxambu, Brasil (2002).