
Lista 5

Campo Distante pela Superfície de Ffowcs Williams and Hawkings

Aeroacústica Computacional

Aluno:

José Pedro de Santana Neto - 201505394

Professor: **Andrey Ricardo da Silva, PhD.**

9 de dezembro de 2015

1 Problema

2 Implementação

3 Resultados

3.1 Questão 1 - O espectro do histórico de pressão medido a 90 o em NPS.

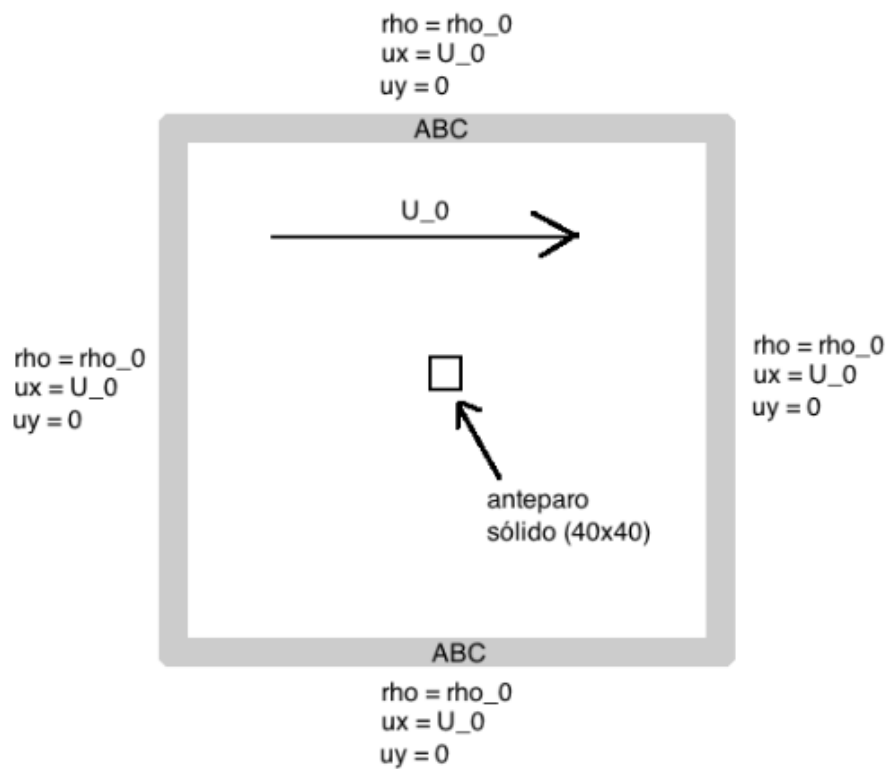


Figura 1 – Gráfico do espectro de frequências do histórico de pressão em Mach 0.1.

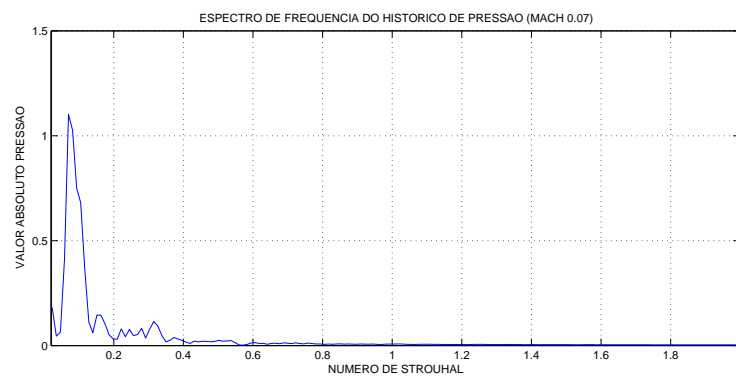


Figura 2 – Gráfico do espectro de frequências do histórico de pressão em Mach 0.07.

Para o escoamento de Mach 0.03 não um espectro de frequências significativo, pois o escoamento para número esse número Mach se comportou como estável. A estabilidade pode ser percebida no gráfico abaixo pelos níveis de amplitude da onda de pressão.

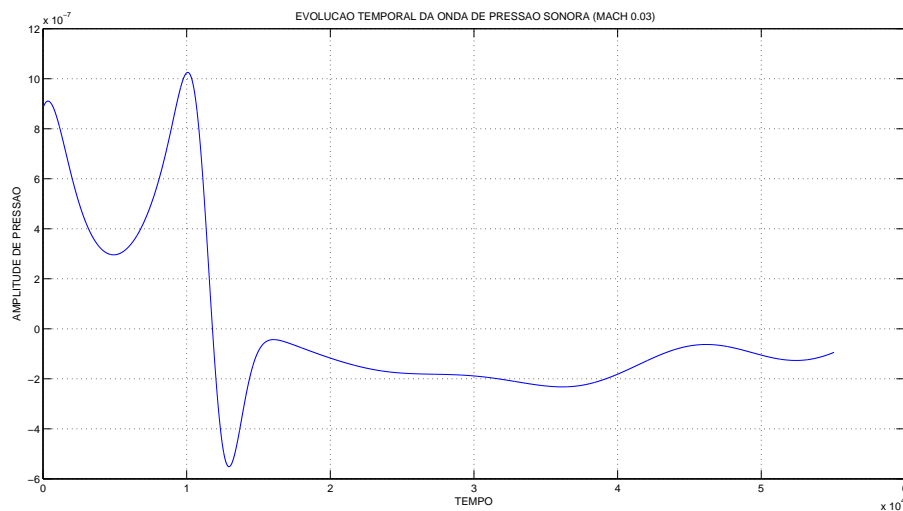


Figura 3 – Gráfico da evolução da onda sonora em Mach 0.03.

3.2 Questão 2 - Qual a frequência de pico para cada uma das velocidades? Justifique este resultado.

As frequências de pico estão relacionadas ao número de Strouhal e pode ser encontrada pela fórmula 3.1. Tal que M é o número de Mach, c_o é a velocidade de lattice, st é o número de strouhal e D é a dimensão característica.

$$f = \frac{M \cdot c_o \cdot st}{D} \quad (3.1)$$

Para os seguintes Mach foram encontradas as seguintes frequências de pico:

- Mach 0.07: 1.428941916244324e-04 frequência de lattice;
- Mach 0.1: 1.178371899416027e-04 frequência de lattice.

3.3 Questão 3 - Tomando-se como referência as frequências de pico para cada velocidade, plote em uma mesma figura as direcionalidades de 0 graus a 180 graus para cada número de Mach avaliado.

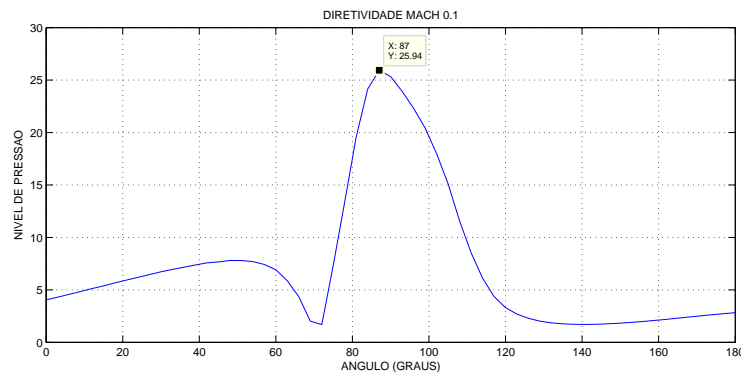


Figura 4 – Diretividade com Mach 0.1.

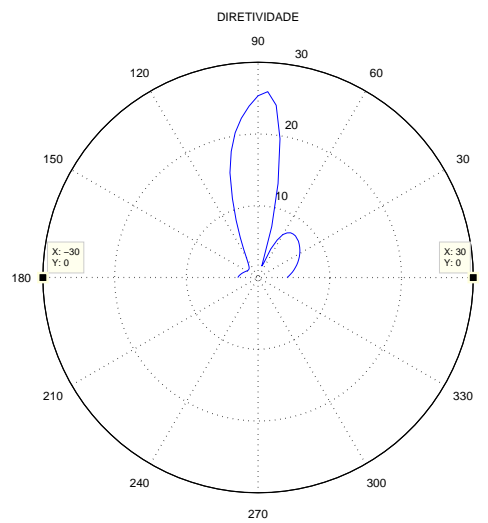


Figura 5 – Diretividade em gráfico polar com Mach 0.1.

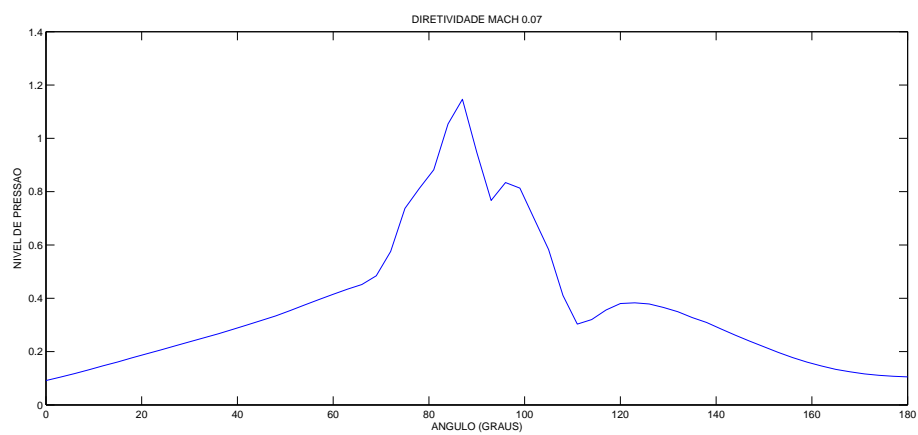


Figura 6 – Diretividade com Mach 0.07.

3.4 Questão 4 - Disponibiliza o gráfico do campo acústico para cada velocidade.

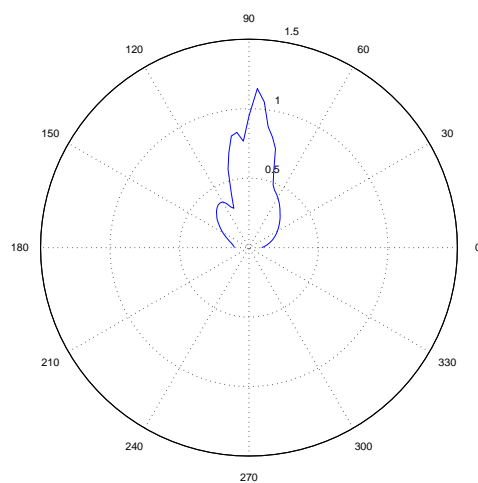


Figura 7 – Diretividade em gráfico polar com Mach 0.07.

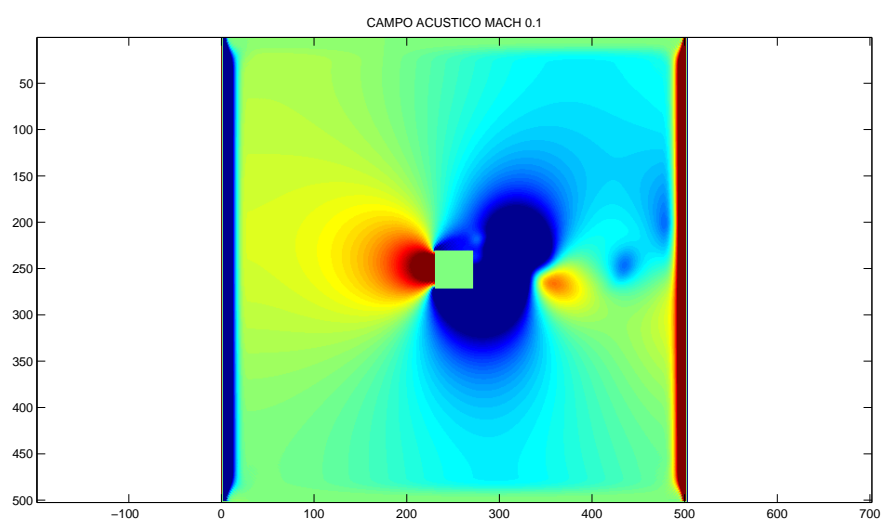


Figura 8 – Campo acústico com Mach 0.1.

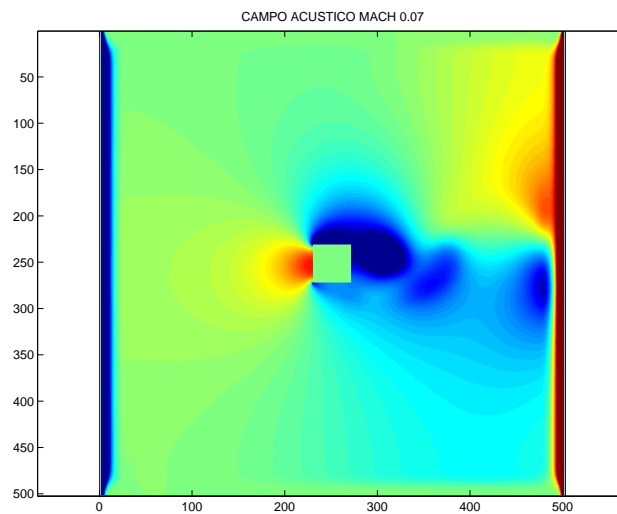


Figura 9 – Campo acústico com Mach 0.07.

3.5 Questão 5 - Tente disponibilizar o mesmo campo acústico isolado para a frequência de pico.

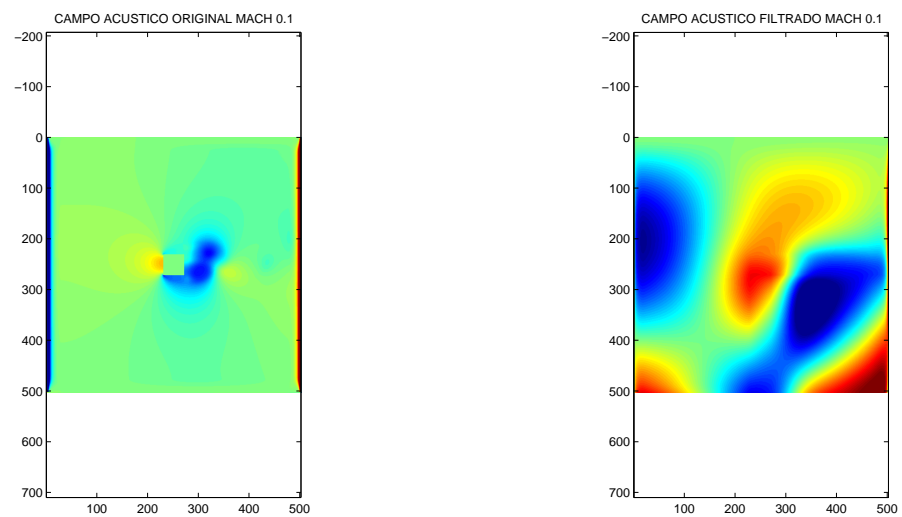


Figura 10 – Campo acústico filtrado com Mach 0.1.

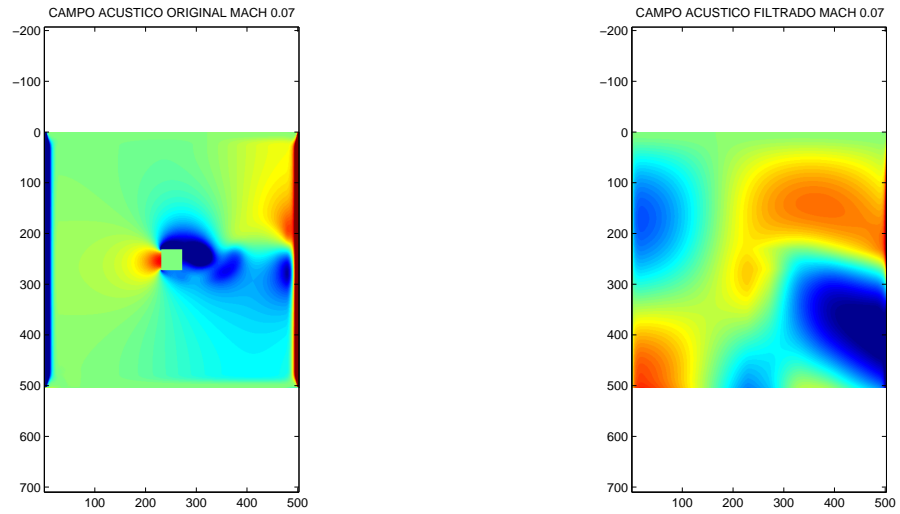


Figura 11 – Campo acústico filtrado com Mach 0.07.

3.6 Questão 6 - A partir da análise das ilustrações do item anterior, discuta qual o tipo de fonte que predomina no sistema modelado.

Diante da filtragem obtida a partir da frequência de pico mais preponderante no espectro de frequência temporal, obteve-se um campo acústico que se irradia mais aproximadamente como um dipolo, fato esse que possui aderência a teoria vigente de uma força atuando no fluido. Porém há algumas limitações a serem consideradas, a primeira é que o escoamento foi pouco desenvolvido mesmo com um número de iterações na ordem de $4.8e5$, isso equivale em unidades físicas a aproximadamente 0.14 segundos, e a segunda limitação é que o comprimento de onda da frequência irradiadora filtrada é maior que as dimensões da malha lattice, isso significa que não dá para ver tão evidente a irradiação de um dipolo.

3.7 Questão 7 - Para que se tenha a viscosidade cinemática do ar em condições normais de temperatura e pressão, qual deve ser o Δx ? Nesse caso, quais as dimensões físicas do anteparo?

Para o cálculo da discretização espacial foi utilizado a seguinte fórmula:

$$\Delta x = \frac{\nu \cdot \sqrt{3}}{c_0 \cdot (\tau - 1/2)} \quad (3.2)$$

Tal que Δx é a discretização espacial, ν é a viscosidade física do ar, c_0 é velocidade física do som e τ é o período de relaxação de lattice. Segue resultado do cálculo:

Command Window

Tamanho do delta X: 0.004177 milímetros.

Dimensoes fisicas do anteparo: 0.167073 milímetros por 0.167073 milímetros.

 >>

Referências