

---

## Lista 4

# **Som Gerado por Desprendimento de Vórtices**

**Aeroacústica Computacional**

Aluno:

**José Pedro de Santana Neto - 201505394**

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

21 de novembro de 2015

# 1 Determinação do som gerado por desprendimento de vórtices

## 1.1 Questão 1 - O espectro do histórico de pressão medido a 90° em NPS.

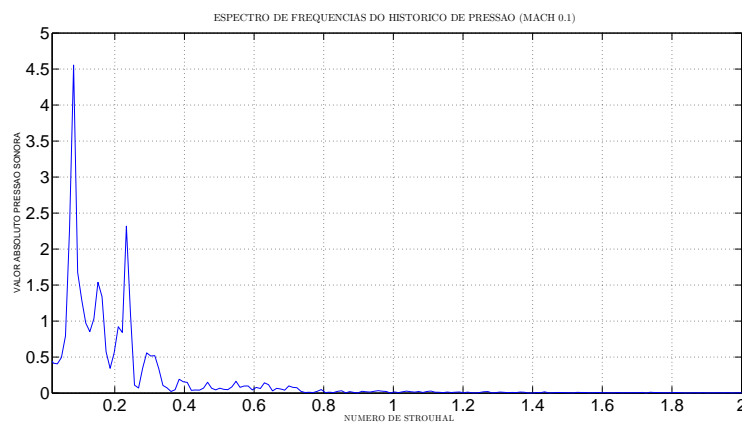


Figura 1: Gráfico do espectro de frequências do histórico de pressão em Mach 0.1.

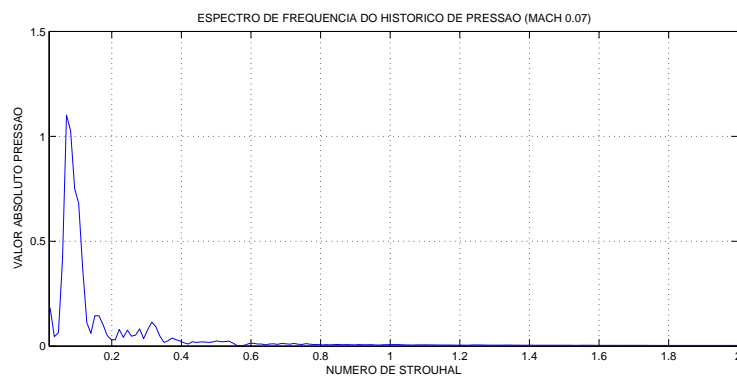


Figura 2: Gráfico do espectro de frequências do histórico de pressão em Mach 0.07.

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.

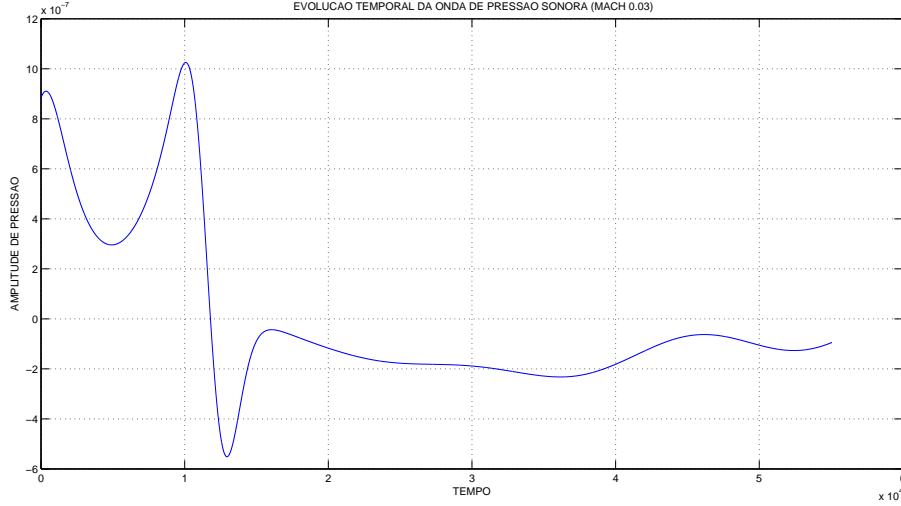


Figura 3: Gráfico da evolução da onda sonora em Mach 0.03.

## 1.2 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 1.1. 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.

$$f = \frac{M \cdot c_o \cdot st}{D} \quad (1.1)$$

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.

1.3 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.

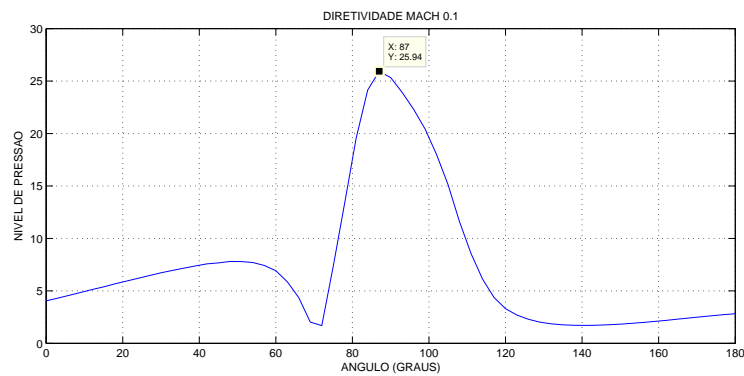


Figura 4: Diretividade com Mach 0.1.

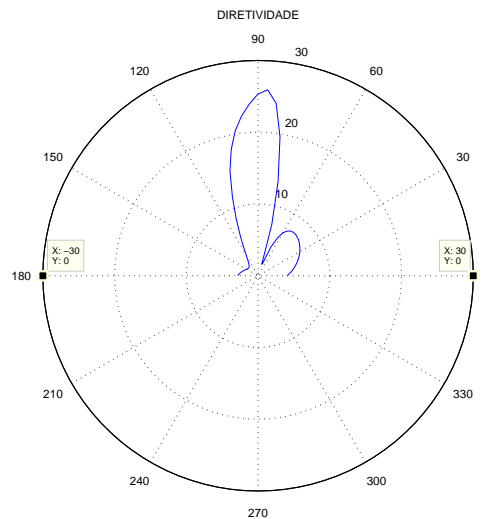


Figura 5: Diretividade em gráfico polar com Mach 0.1.

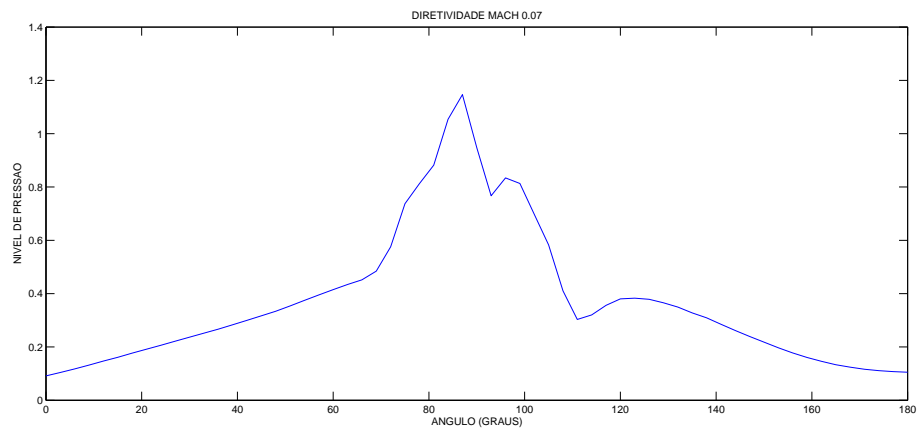


Figura 6: Diretividade com Mach 0.07.

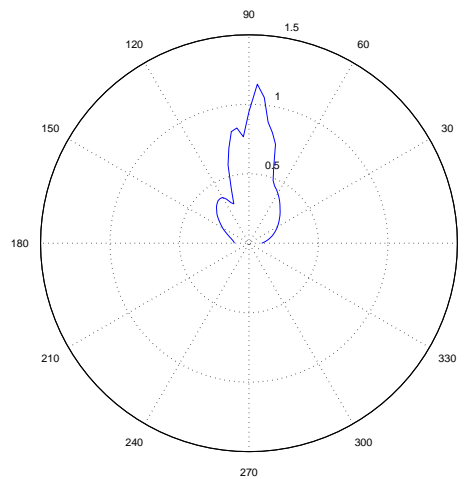


Figura 7: Diretividade em gráfico polar com Mach 0.07.

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

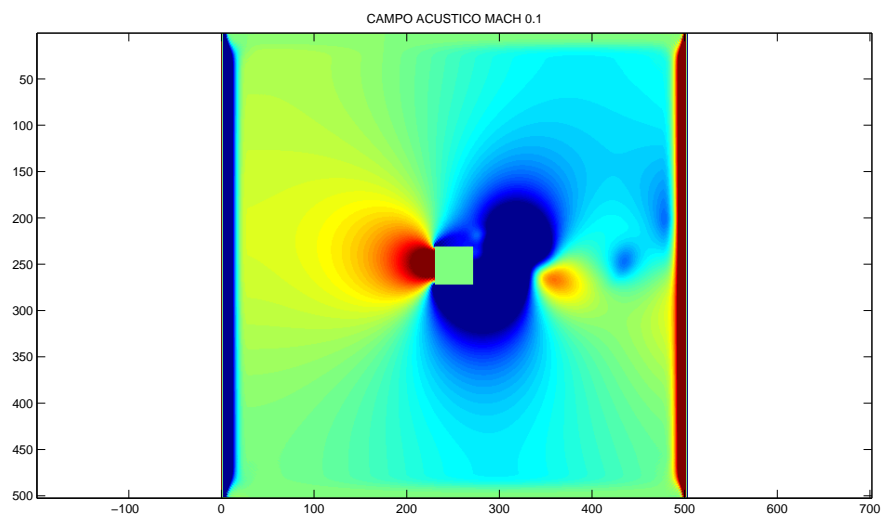


Figura 8: Campo acústico com Mach 0.1.

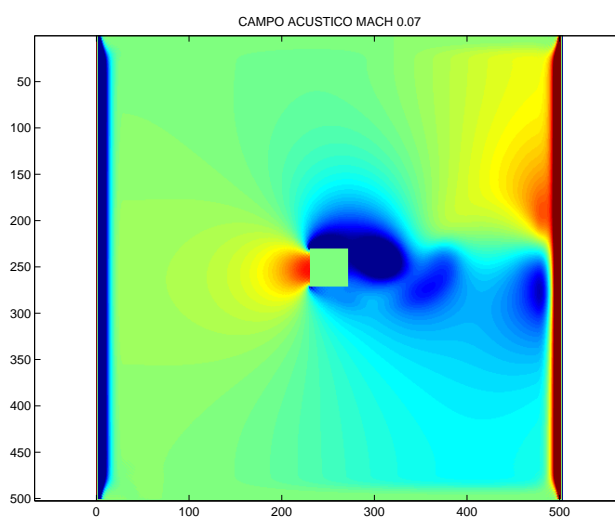


Figura 9: Campo acústico com Mach 0.07.

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

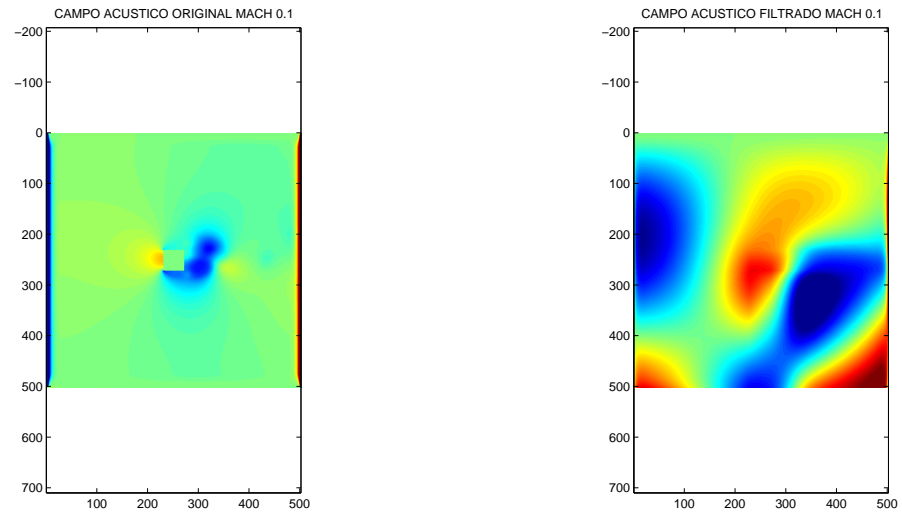


Figura 10: Campo acústico filtrado com Mach 0.1.

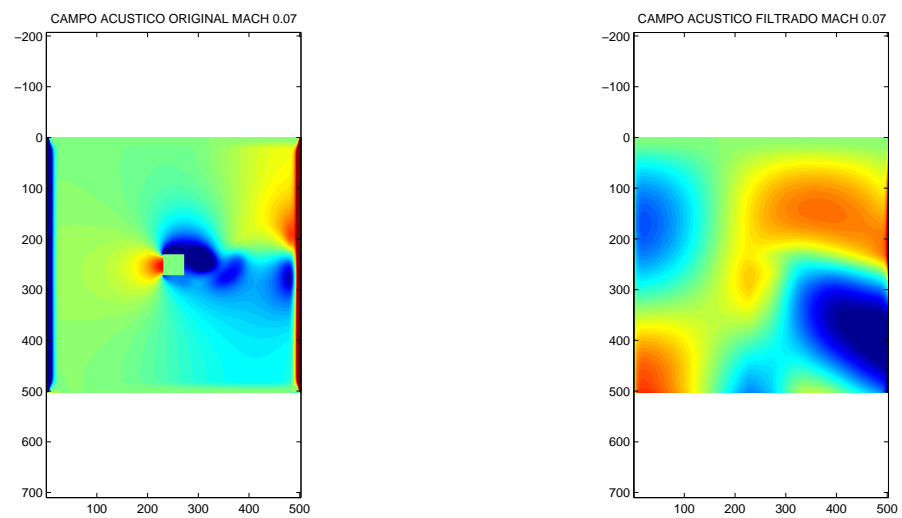


Figura 11: Campo acústico filtrado com Mach 0.07.

## 1.6 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.

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

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

$$\Delta x = \frac{\nu \cdot \sqrt{3}}{c_0 \cdot (\tau - 1/2)} \quad (1.2)$$

Tal que  $\Delta x$  é a discretização espacial,  $\nu$  é a viscosidade física do ar,  $c_0$  é velocidade física do som e  $\tau$  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