

Trabalho individual (Grupos 2)

Considere duas vigas em alumínio ($E \approx 70 \text{ GPa}$, $\rho \approx 2700 \text{ kg/m}^3$) com secção 30 mm x 3 mm e comprimentos 400 mm e 500 mm, respetivamente.

1. Usando o modelo analítico aproximado que permite calcular as frequências naturais segundo:

$$f_i = \frac{\lambda_i^2}{2\pi L^2} \sqrt{\frac{EI}{m}} \text{ [Hz]},$$

determine as frequências naturais das duas vigas para as seguintes condições de fronteira: livre-livre, encastrada-livre e simplesmente apoiada em ambos os extremos (considere os valores de referência para as propriedades do material).

Na equação, E representa o Módulo de *Young* do material, I o momento de inércia da secção e m a massa da viga por unidade de comprimento.

O parâmetro λ_i é dado na tabela seguinte:

λ_i	Livre-Livre	Encastrada-livre	Simplesmente apoiada
1	4.73004074	1.87510407	$i\pi$
2	7.85320462	4.69409113	
3	10.9956078	7.85475744	
4	14.1371655	10.9955407	
5	17.2787597	14.1371689	
>5	$(2i + 1)\pi/2$	$(2i - 1)\pi/2$	

2. Recorrendo à rotina de elementos finitos (elemento de viga – “FEM2_beam_1d.m”) desenvolvida em Matlab determine os valores das frequências naturais calculadas no ponto anterior (ponto 1). Será valorizada a realização de um estudo de convergência para as três condições de fronteira.

3. Recorrendo a um programa de elementos finitos comercial à escolha, calcule as frequências naturais e formas modais das duas vigas segundo as três condições de fronteira consideradas.

Em função do modelo de elemento finito escolhido (elemento de viga, elemento de placa ou elemento sólido) discuta os resultados obtidos, comparando-os com os resultados analíticos (Ponto 1) e com os resultados numéricos obtidos com o modelo de elementos finitos implementado em Matlab (Ponto 2).

As vigas apenas possuem modos naturais de flexão? Discuta e justifique.

Será valorizada a comparação de modelos espaciais aplicando elementos de viga, elementos de placa e elementos sólidos. Será também valorizada uma análise de convergência dos modelos.

4. Duas vigas de 400 e 500 mm foram analisadas experimentalmente segundo as condições das figuras 1 e 2. Utilizou-se um martelo de impacto instrumentado DJB IH/01-50 (103mV/N) e um acelerómetro ICP miniatura Dytran 3225F (1.0707mV/ms^{-2}) para obter as funções de resposta em frequência de cada viga.

Descreva o procedimento utilizado, quais as condições de fronteira consideradas e quais os resultados obtidos e como foram obtidos.

A Figura 3 e a Figura 4 representam as funções de resposta em frequência diretas para a viga de 400mm e para a viga de 500mm, respetivamente.

As funções de resposta em frequência estão disponíveis nos ficheiros anexos (viga400.mat e viga500.mat).

Com base nos valores encontrados para as frequências naturais obtidas experimentalmente e com os valores das massas medidas para as duas vigas, corrija os modelos numéricos dos pontos anteriores.

Valoriza-se uma análise de todas as funções de resposta em frequência com uma análise de média e desvio padrão das frequências naturais experimentais.

Sabendo que os picos da componente imaginária (que ocorrem nas frequências naturais) descrevem as amplitudes de cada grau de liberdade em cada um dos modos naturais, valoriza-se a análise das formas naturais de vibração com base nestes resultados.

Formato de entrega:

- o relatório do trabalho será entregue em formato PDF, podendo ser acompanhado de anexos (rotinas, ficheiros, etc.) até às 24h00 do dia 23 de dezembro (submissão online no E-learning).

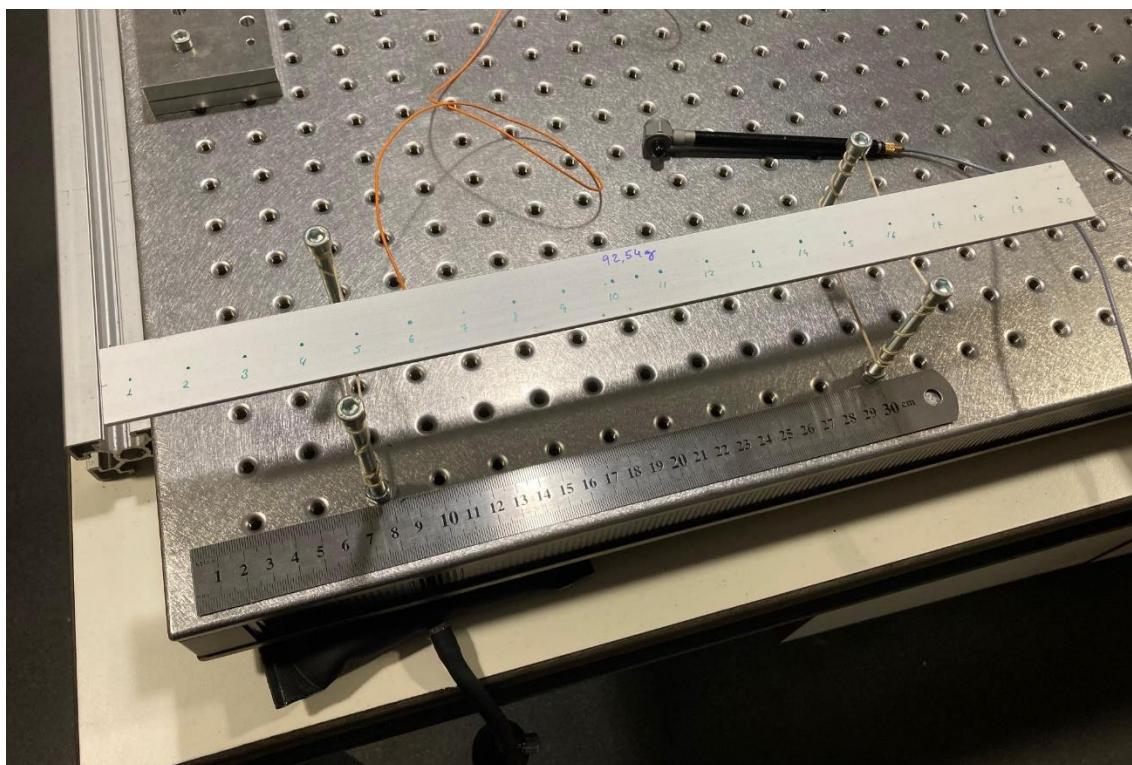


Figura 1 - Montagem experimental da viga de 400 mm (92.54g).

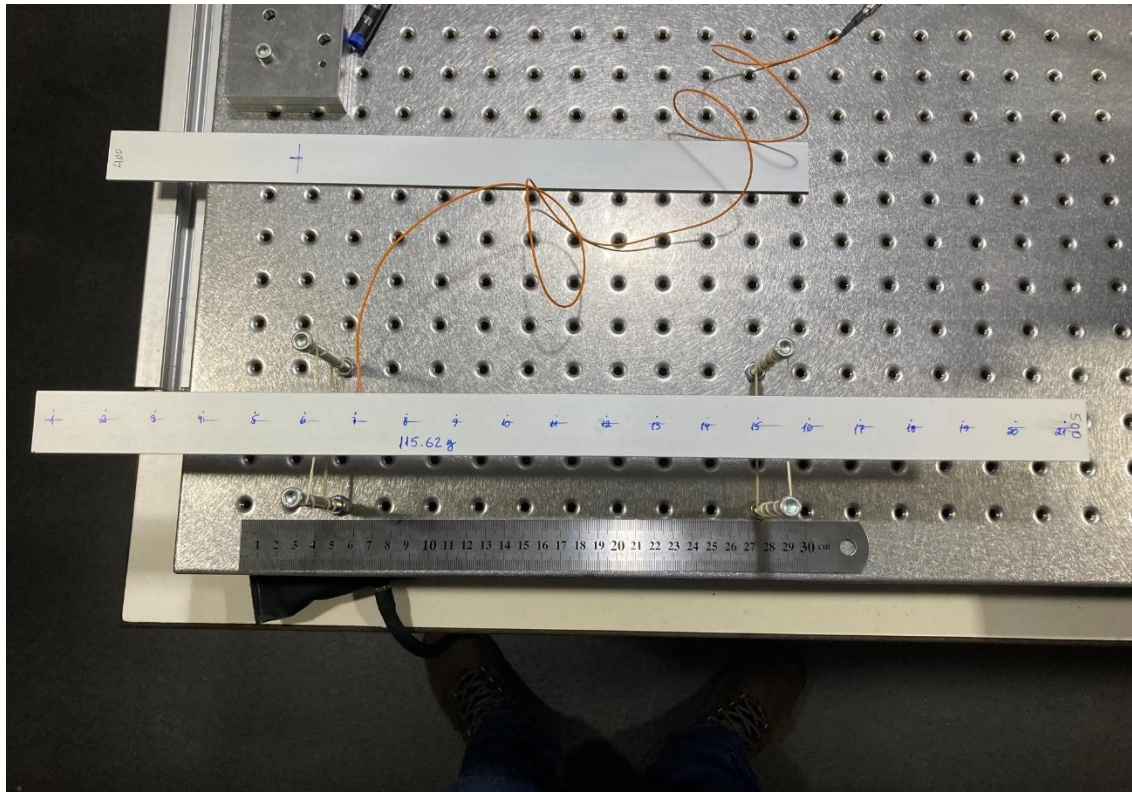


Figura 2 - Montagem experimental da viga de 500 mm (115.62g).

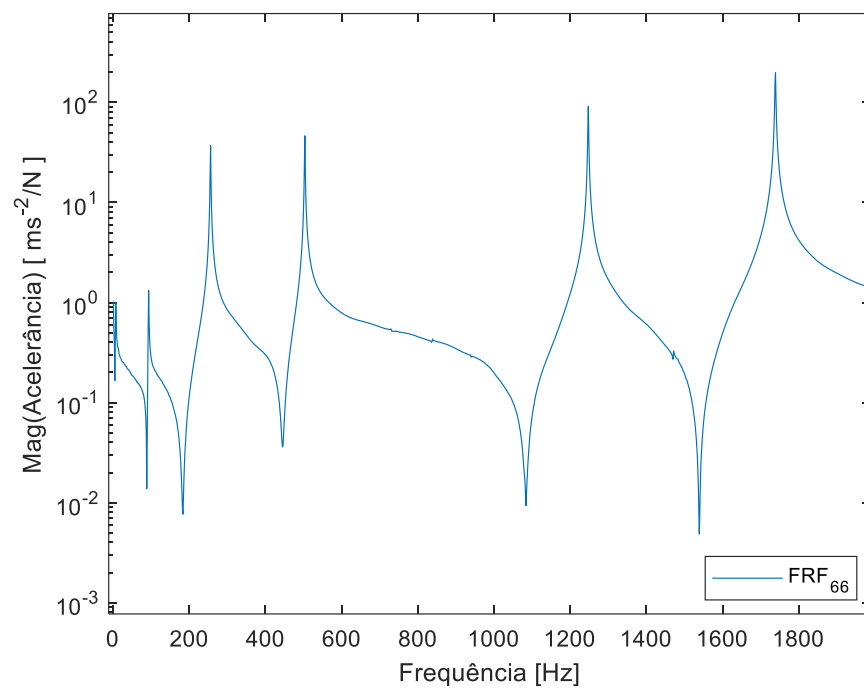


Figura 3 - Função de resposta em frequência direta FRF₆₆ para a viga de 400 mm.

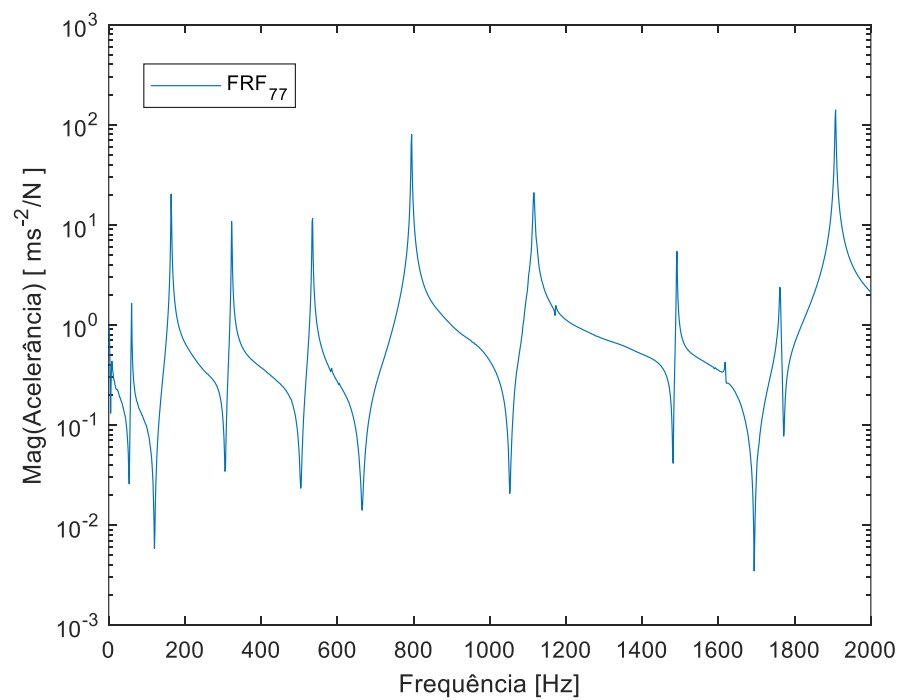


Figura 4 - Função de resposta em frequência direta FRF₇₇ para a viga de 500 mm.