Informática Médica



TRABALHO PRÁTICO DE PROCESSAMENTO DE SINAL E IMAGEM BIOMÉDICA I

Trabalho Prático I

José André Gomes Pinto nº 13273

Daniel Simão de Carvalho nº 13286

**Índice**

[**Introdução** 3](#_Toc527640158)

[**Exercício 1** 4](#_Toc527640159)

[**Exercicio 2** 8](#_Toc527640160)

[9](#_Toc527640161)

[9](#_Toc527640162)

[**Exercicio 3** 9](#_Toc527640163)

[10](#_Toc527640164)

[**Conclusão** 13](#_Toc527640165)

## **Introdução**

No âmbito da unidade curricular de Processamento de Sinal e Imagem Biomédica do primeiro semestre do terceiro ano curricular do curso de Informática Médica do Instituto Politécnico do Cavado e do Ave, no ano letivo 2018/2019 foi-nos proposto, pela referida unidade curricular, a elaboração de um projeto para colocar em prática todos os conhecimentos adquiridos nas aulas.

Este trabalho surge no contexto de avaliação continua da unidade curricular, sendo esta avaliação composta pelos testes e pelos trabalhos práticos onde se engloba este projeto agora elaborado. Com este projeto prático pretendemos colocar em prática e aprofundar todos os nossos conhecimentos adquiridos nas aulas de modo a sermos melhor sucedidos em trabalhos futuros.

O trabalho elaborado e executado pelo grupo, tem como objetivo principal elaborar um processamento de um sinal biomédico recolhido através de um eletroencefalograma (EEG) referente à resposta evocada visual gravada pelo córtex visual após um estímulo.

Para a realização deste trabalho prático foram tomados em conta os principais objetivos apontados pelo respetivo docente da unidade curricular, de modo a elaborar o trabalho prático da melhor forma e que este seja uma mais valia para trabalhos futuros e também para uma futura vida profissional.

Para elaborar este projeto foram utilizadas duas ferramentas utilizadas em contexto de aula, sendo elas o Matlab e o Octave. Com o auxílio destas duas ferramentas foram elaborados scripts para a realização de cada uma das questões propostas neste trabalho prático.

## **Exercício 1**

Considerando o sinal da variável sem\_ruido (intervalo de amostragem é 5 ms), apresente um script em MATLAB, devidamente comentado, que obedeça aos seguintes requisitos:

1. Calcule e apresente na linha comandos as seguintes medições do sinal:

Neste exercício, antes dedo cálculo da média, valor eficaz, variância e desvio padrão, executamos sempre o ‘load’ di biossinal dado pelo docente. De segida calculamos o ‘length’ do sinal ‘sem ruido’ (numero de amostras) que será importante para a criação do vetor de tempo entre 0 e 99 , contendo, desta forma, 100 amostras.   
De seguida executamos os seguintes comandos:

* **‘mean(sem\_ruido)’** – para o calculo da média
* ‘**sqrt(mean(sem\_ruido.^2))**’ – para o cálculo do valor eficaz
* **‘(sum((sem\_ruido-mean(sem\_ruido)).^2) / (N-1))**’ – para o calculo da variância
* ‘**sqrt(variancia)**’ – para o cálculo do Desvio padrão
* ‘**disp()**’ – comando que permite que o resultado final seja apresentado na linha de comandos.

As imagens seguintes mostram o sucesso na execução dos comandos.

i. Média:

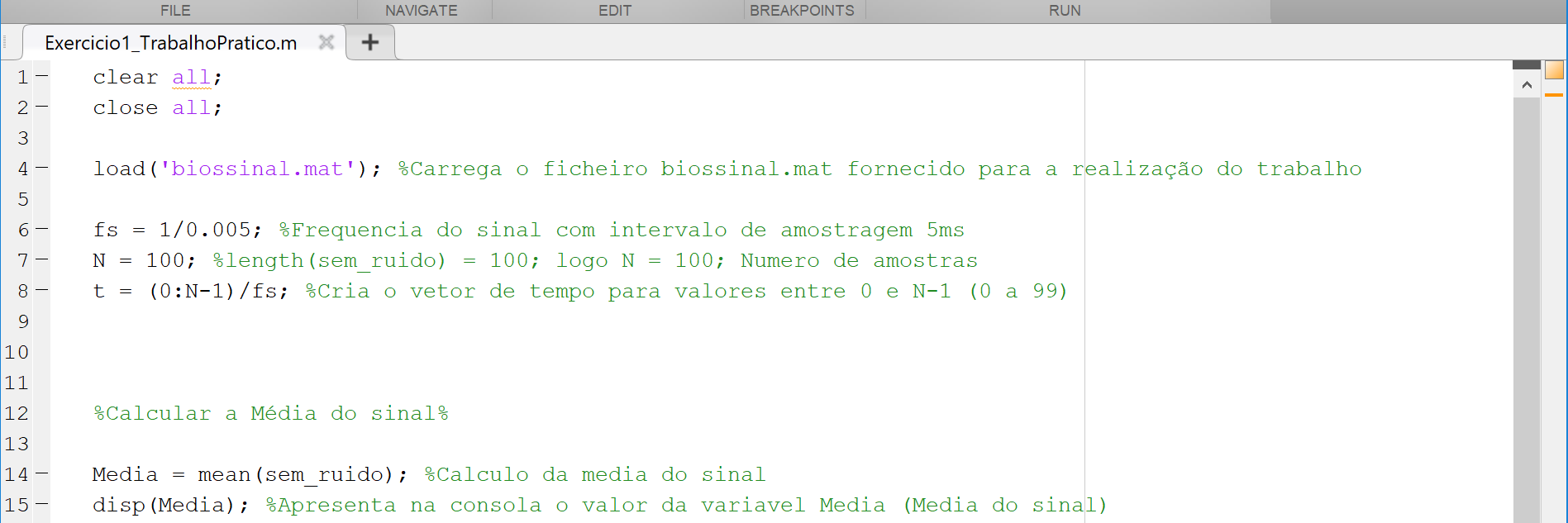
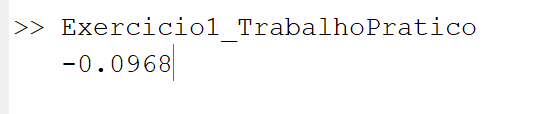


Figura 1 – Média do Sinal “Sem\_Ruido”;

ii. Valor Eficaz (RMS):

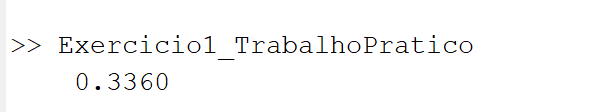
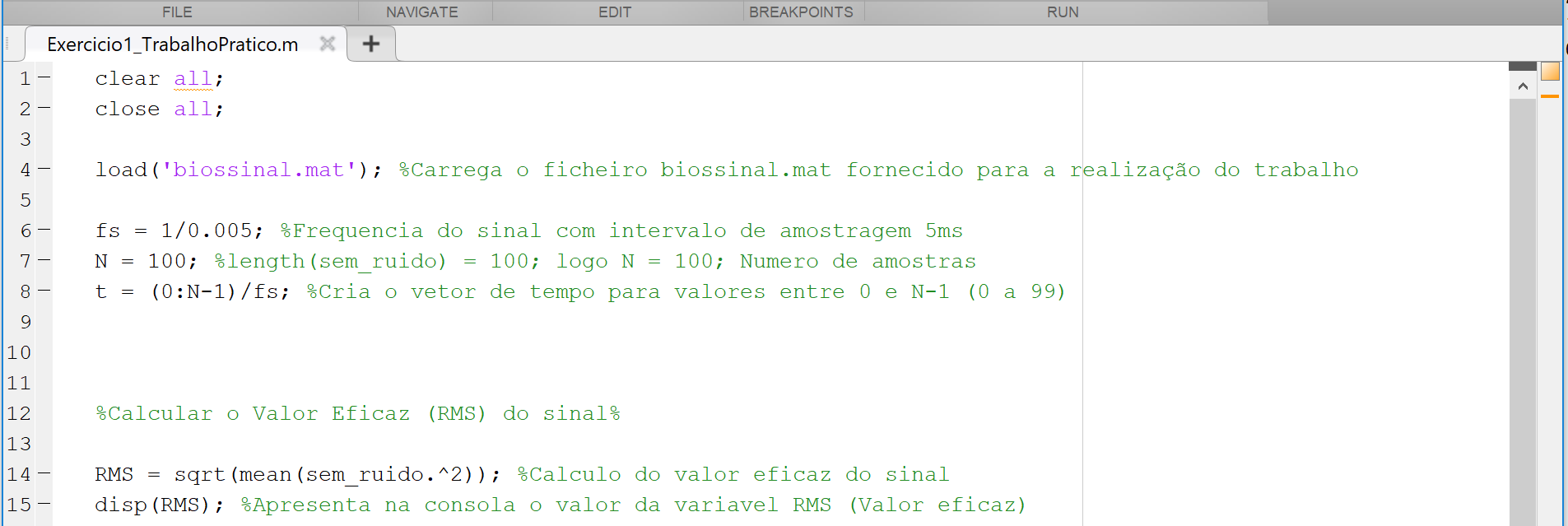


Figura 2 – Valor Eficaz (RMS) do Sinal “Sem\_Ruido”;

iii. Variância e Desvio Padrão:

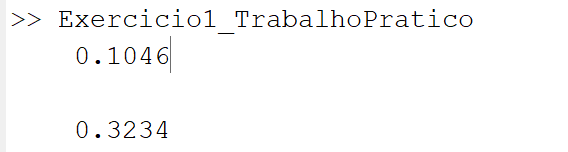
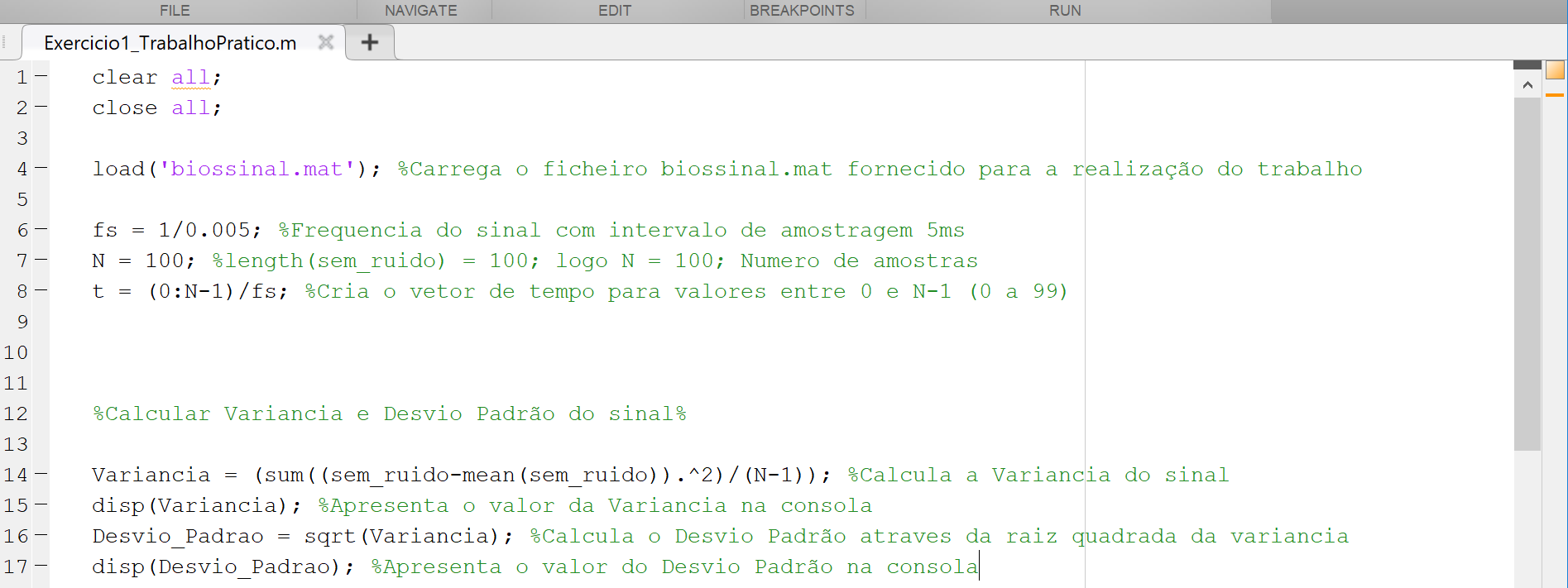
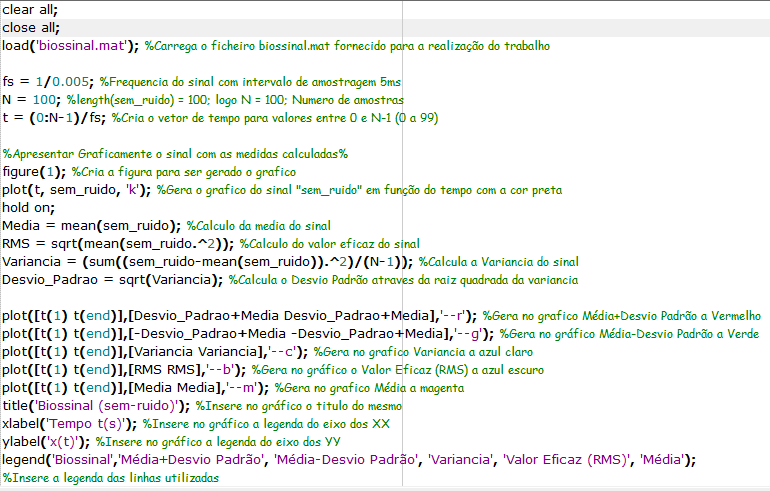


Figura 3 – Variância e Desvio Padrão do Sinal “Sem\_Ruido”;

1. Apresente graficamente o sinal sem\_ruido em função do tempo, bem como as medidas calculadas na alínea anterior.

A fim de apresentar o sinal sem\_ruido em função do tempo, bem como todas as medidas anteriores, após o cálculo das medidas, executamos o comando ‘plot([t(1) t(end)], “medida a desenhar”, ‘cor’)’ a fim de gerar graficamente a medida pretendida com a cor e formato pretendio. O script abaixo demostra o plot feito à média, média mais desvio padrão, média menos desvio padrão, variância e valor eficaz. De seguida colocamos um titulo, labels, para o eixo do x e y, e uma legenda de cores para facilitar, deste modo, a identificação das medidas.

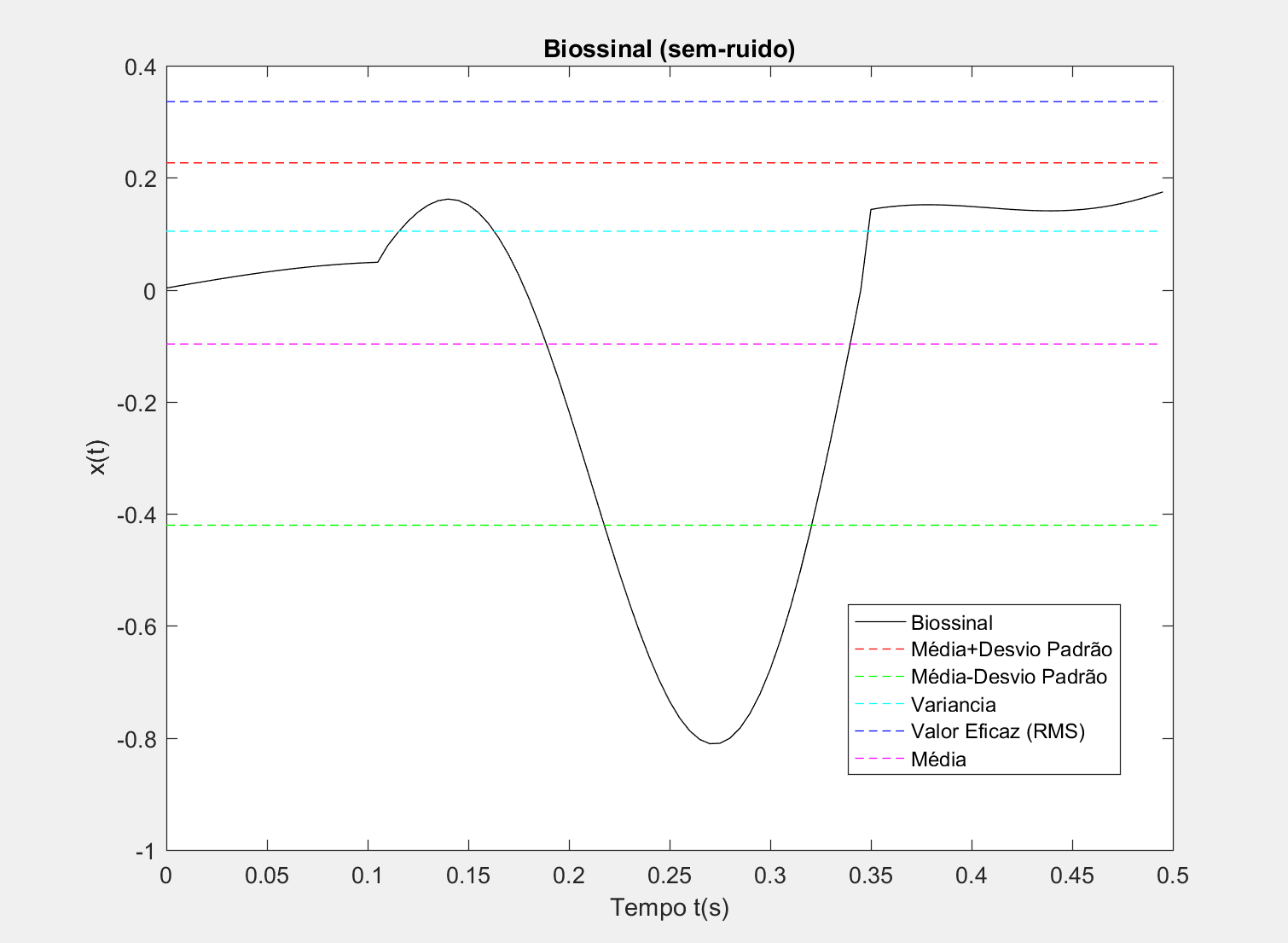
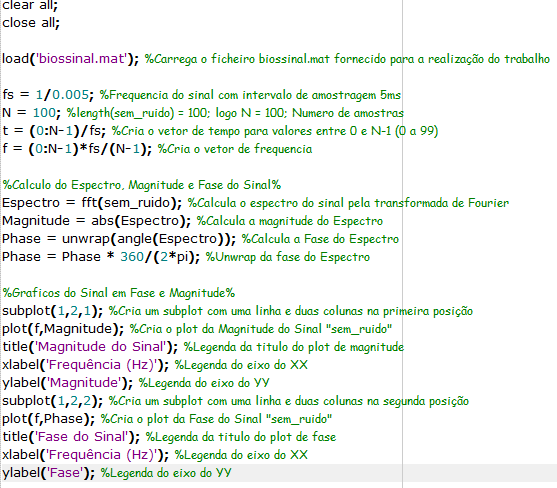


Figura 4 – Script de resolução da alínea b) e gráfico do Sinal “Sem\_Ruido” com as medidas calculadas;

## **Exercicio 2**

Apresente um script em MATLAB, devidamente comentado, que calcule e apresente graficamente o espectro do sinal sem\_ruido. O espectro deverá ser apresentado em magnitude e em fase. O gráfico de fase deverá ser apresentado sem wrap-around.

A fim de calcular o espetro do sinal apresentado em magnitude, implementamos o comando ‘fft(sem\_ruido)’, Fast Fourier Transform. Este permite calcular o espetro do sinal pela transformada de Fourier (Espectro). De seguida aplicamos o comando ‘abs’ ao espetro anteriormente calculado obtendo-se, deste modo, o espetro do sinal apresentado em magnitude. Por ultimo, a fim de obter o espetro do sinal apresentado em fase, utilizamos o comando ‘unwrap(angle(Espectro))’. O comando ‘angle’ permite calcular o ângulo da fase do espetro. Este pode apresentar problemas pelo facto do seu resultado estar limitado entre -π e +π sendo que coloca os valores maiores dentro desse limite. Deste modo, um desvio de fase de 3π/2 será igual a π/2, a 5π/2 e por ai adiante. Este facto faz com que quando o espetro do sinal resulta de desvios grandes de fase, seja produzido saltos sobre a curva de fase (wrap-around). A fim de obter o espetro de fase correto (sem saltos maiores do que π), ou seja sem ‘wrap-aroud’, utiliza-se o comando ‘unwrap’ que permite a verificação da existência de saltos maiores do que π, subtraindo 2π sempre que a verificação seja positiva.

**** No final fizemos o plot do espectro apresentado em magnitude e em fase. As seguintes imagens mostram o script utilizado o seu resultado gráfico.

## 

Figura 5 – Script de resolução do exercício 2 e gráfico do espectro espectro apresentado em magnitude e em fase

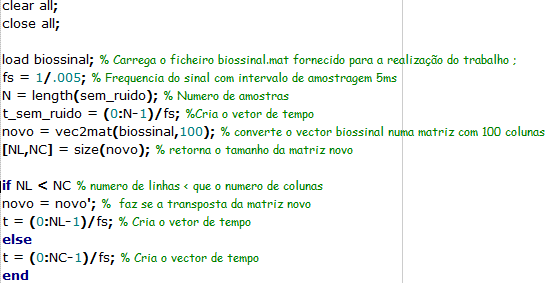
## **Exercicio 3**

Apresente um script em MATLAB, devidamente comentado, que calcule a média das múltiplas respostas evocadas individuais. Divida o sinal (use variável biossinal) em segmentos de 100 pontos cada (intervalo de amostragem é 5 ms) e apresente os seguintes resultados:

a. Apresente graficamente medidas de “Ensemble Averaging” para 25, 100 e 1000 respostas e compare os 3 sinais de média com o sinal sem\_ruido. Comente os resultados.

Neste exercícios, para alem dos comandos utilizados nas alíneas anteriores, utilizamos o ‘vec2mat(biossinal, 100)’. Este permite a conversão do vector ‘biossinal’ para uma matriz com 100 colunas resultando uma matriz com 1000 linhas e 100 colunas, como demonstra o comando ‘size(novo)’. De seguida codificamos uma condição que nos retornava o vetor tempo correto conforme o numero de linhas e de colunas: se o numero de linhas fosse menor que o numero e colunas, faz-se a transposta de ‘novo’ e o vetor tempo seria ‘t=(0:NL-1)/fs’, caso contrário o vetor de tempo seria ‘t=(0:NC-1)/fs’. De seguida representamos graficamente o sinal sem ruído, a média da matriz ‘novo’ e o Ensemble averaging para 25, 100 e 1000 respostas.   
Os Resultados permitem concluir que quantas mais respostas houver no Ensemble Averaging, mais preciso é o sinal, ou seja , com menos ruído este se torna. As representações gráficas obtidas mostram claramente que, comparando com o sinal sem ruído : o Ensemble Averaging para 25 contem bastante ruído, sendo portanto o sinal pouco claro; o Ensemble averaging para 100 já se encontra com menos ruído do que o anterior;

O Ensemble averaging para 1000 é um sinal bastante próximo do sinal da média da matriz e, consequentemente já é um sinal que se assemelha bastante ao sinal sem ruido, apesar de haver sempre ruido associado.

Neste Exercicio conseguimos constatar que o Ensemble averaging é , de facto uma técnica de processamento de sinal bastante poderosa para reduzir o ruído aquando da possibilidade de obtenção de varias observações do mesmo sinal. Este consiste no cálculo da média de várias medições e, de seguida no cálculo da média das médias anteriormente calculadas. Assim é possível reduzir o ruido do sinal.  
As seguintes imagens mostram o script e representações gráficas que resultaram deste exercício:

## 

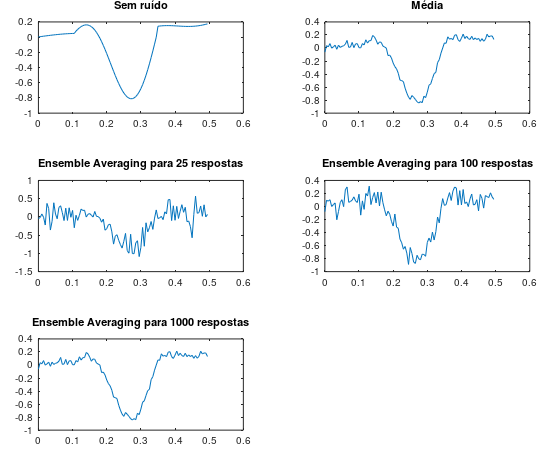
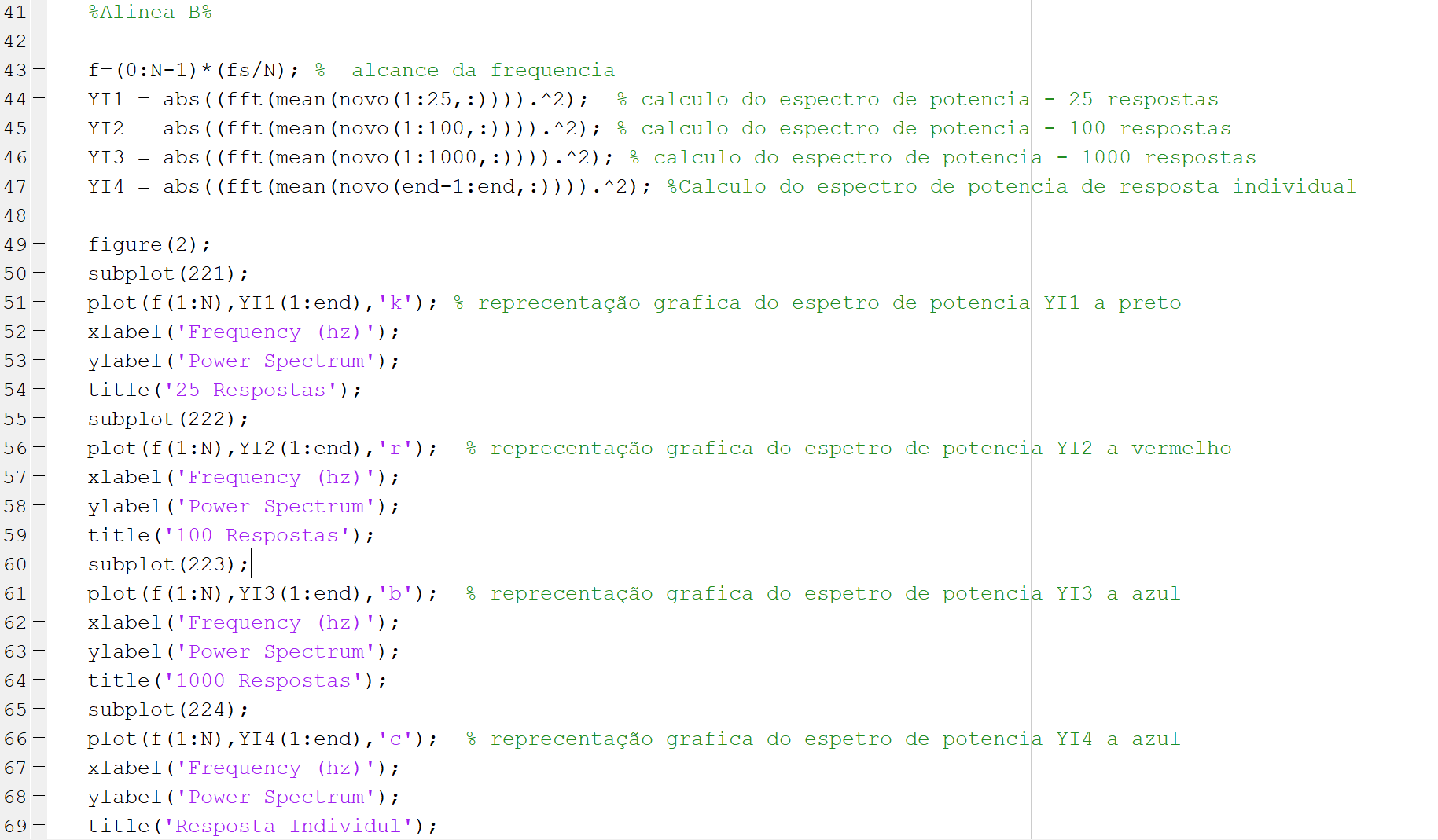


Figura 6 – Script de resolução do exercício 3, alínea a) e gráfico das medidas de “Ensemble Averaging” para 25, 100 e 1000 respostas

b. Calcule o espectro de potências dos 3 sinais de média e de uma resposta individual, comparando-os graficamente. O que conclui quanto à utilidade da medida “Ensemble Averaging” para a avaliação da relação sinal-ruído?

Neste exercício, executamos o calculo do espetro de potência que consiste no quadrado da magnitude da transformada de Fourier. Colocando os sinais calculados na alinea a) ao quadrado e retirando o valor absoluto desses, obtemos o espetro de potência dos sinais. Para obter o espetro de potência duma resposta individual, escolhemos a ultima linha do sinal, ou seja, ‘(end-1):end’ , e executamos o mesmo processo anterior.  
  
Podemos concluir que o “Ensemble Averaging” é uma técnica de redução de ruido eficaz, como explicado anteriormente, e que é compatível no calculo do espetro de potência. Graficamente, conseguimos constatar que, no espetro de potência, o sinal fica com menos ruido à medida que se incrementa várias medições da mesma fonte, ou seja, o grafico da resposta individual é bastante afetada com ruido , o que não acontece no gráfico que contem 1000 Respostas.

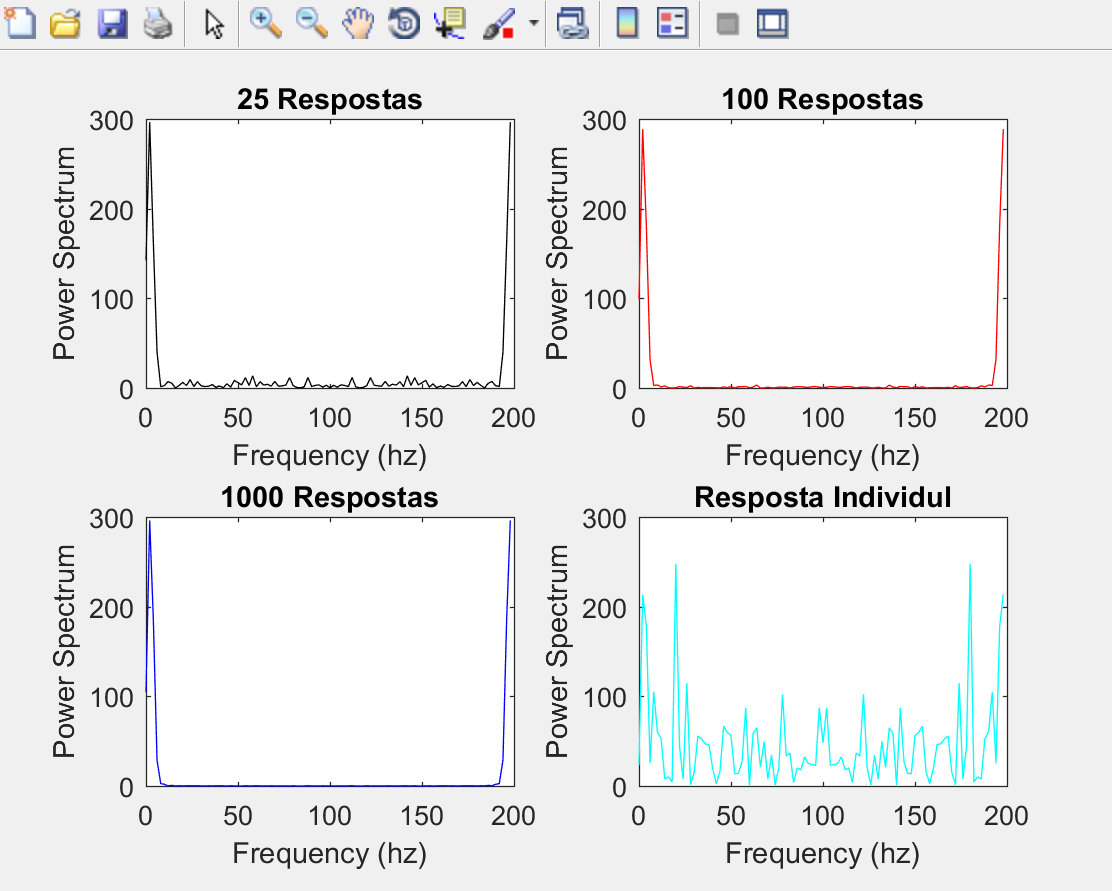


Figura 7 – Script de resolução do exercício 3, alínea b) e gráfico do espetro de potencia para 25, 100, 1000 respostas e resposta unitária.

## **Conclusão**

No decorrer do trabalho, foi colocado em prática todos os conhecimentos que foram lecionados e aprendidos ao longo das aulas desta unidade curricular, deste modo sentimos que de um modo geral estamos satisfeitos com os resultados obtidos, pensamos também que cumprimos com os objetivos propostos para este trabalho. Este projeto que incluiu a realização de processamento de sinal utilizando as ferramentas do Matlab e Octave, fez-nos colocar em prática não só os conhecimentos apreendidos nas aulas práticas, mas também nas aulas onde a matéria nos era exposta.

Depois deste trabalho, saímos com o sentimento de uma maior sabedoria, uma vez que o trabalho não se focava apenas em colocar em prática os conhecimentos obtidos, mas sim, ir em busca de mais conhecimentos. Julgamos que este trabalho contribuiu para um melhor espírito critico sobre a matéria, o que é fundamental para sucesso futuro.

Ao longo do trabalho foram surgindo algumas dificuldades, o que nos levou em busca de soluções, talvez nem sempre a melhor, mas foi um desafio conseguir concluir este trabalho.

Apesar das dificuldades encontradas, de um modo geral, estamos satisfeitos com o resultado obtido, esperamos, pois, que seja uma mais-valia para um futuro que nos espera.