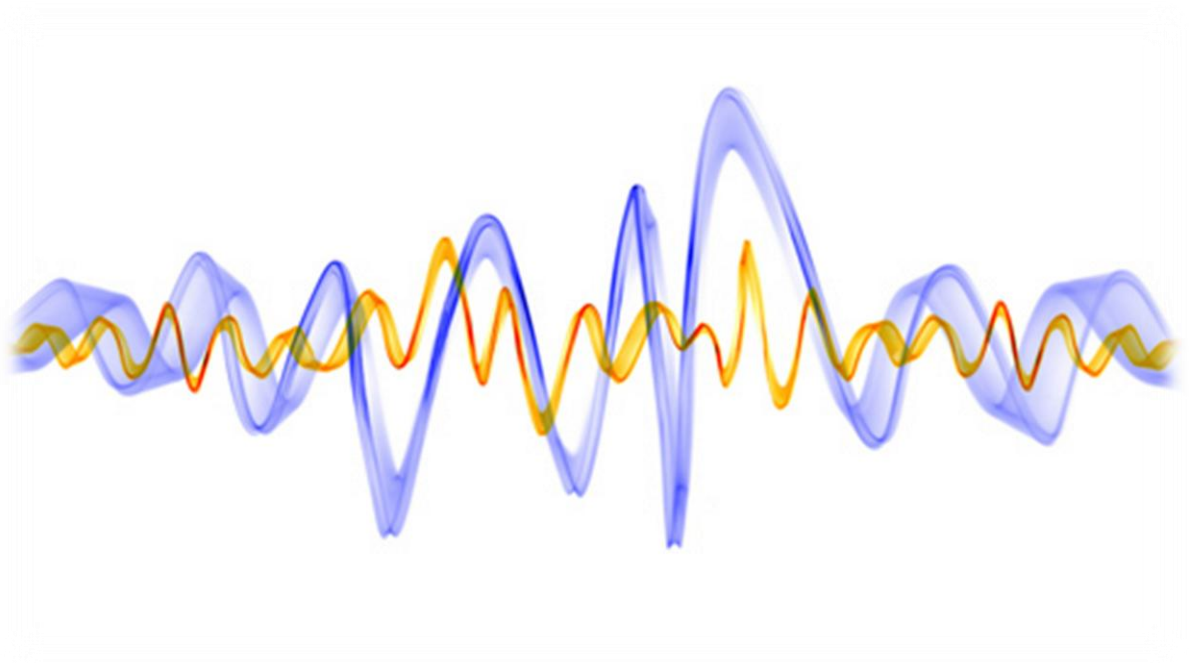


Análise e Transformação de Dados

Trabalho Prático IV

Relatório



Realizado por:

Daniel Filipe André Barbosa, 2009109627

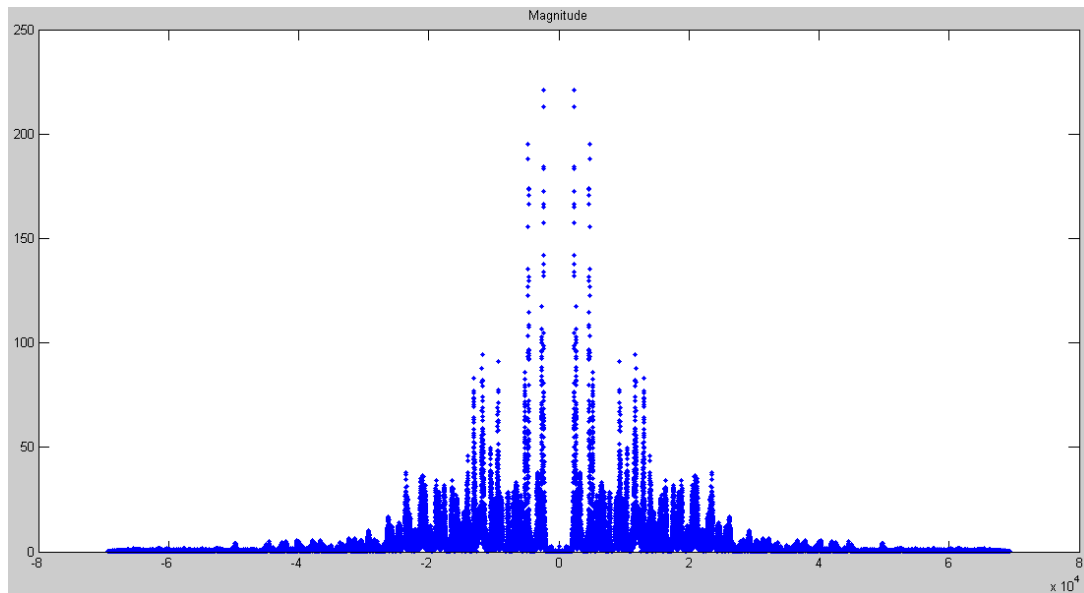
Sara João Cardoso Ferreira, 2009101524

Exercício 1

A Transformada de Fourier em Janelas permite fazer uma ligação entre a frequência e o tempo, permitindo estabelecer uma relação entre as frequências e a altura no tempo em que estas acontecem.

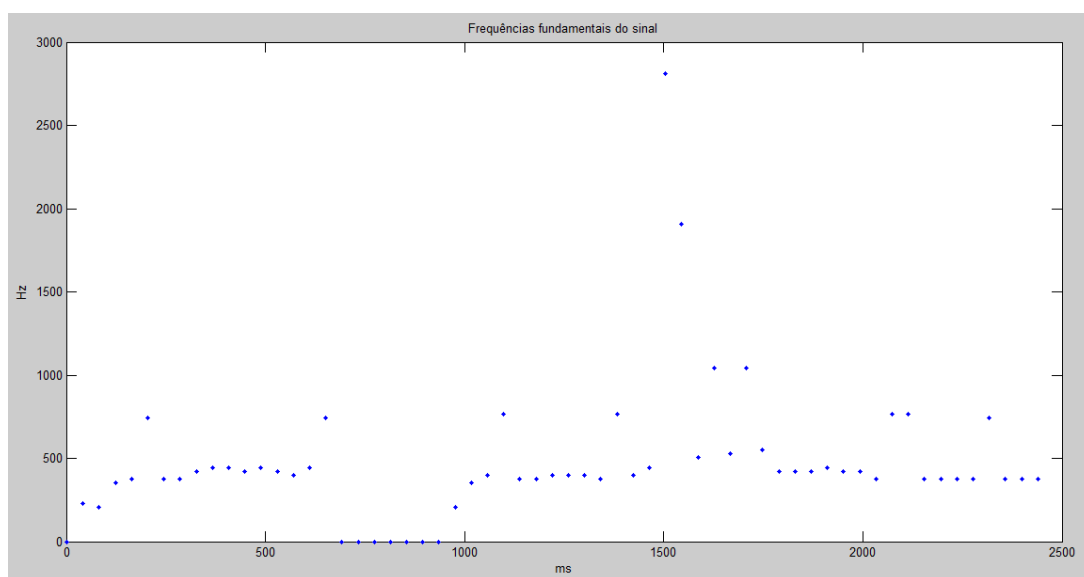
1.1.

Representando a magnitude do espectro do sinal em frequência obtém-se o seguinte gráfico:



1.2.

Determinando a frequência fundamental em sucessivas janelas temporais com duração 46.44ms e sobreposição 5.8ms e a magnitude do espectro recorrendo a uma janela de Hamming o gráfico com a sucessão temporal de frequências fundamentais é o seguinte:



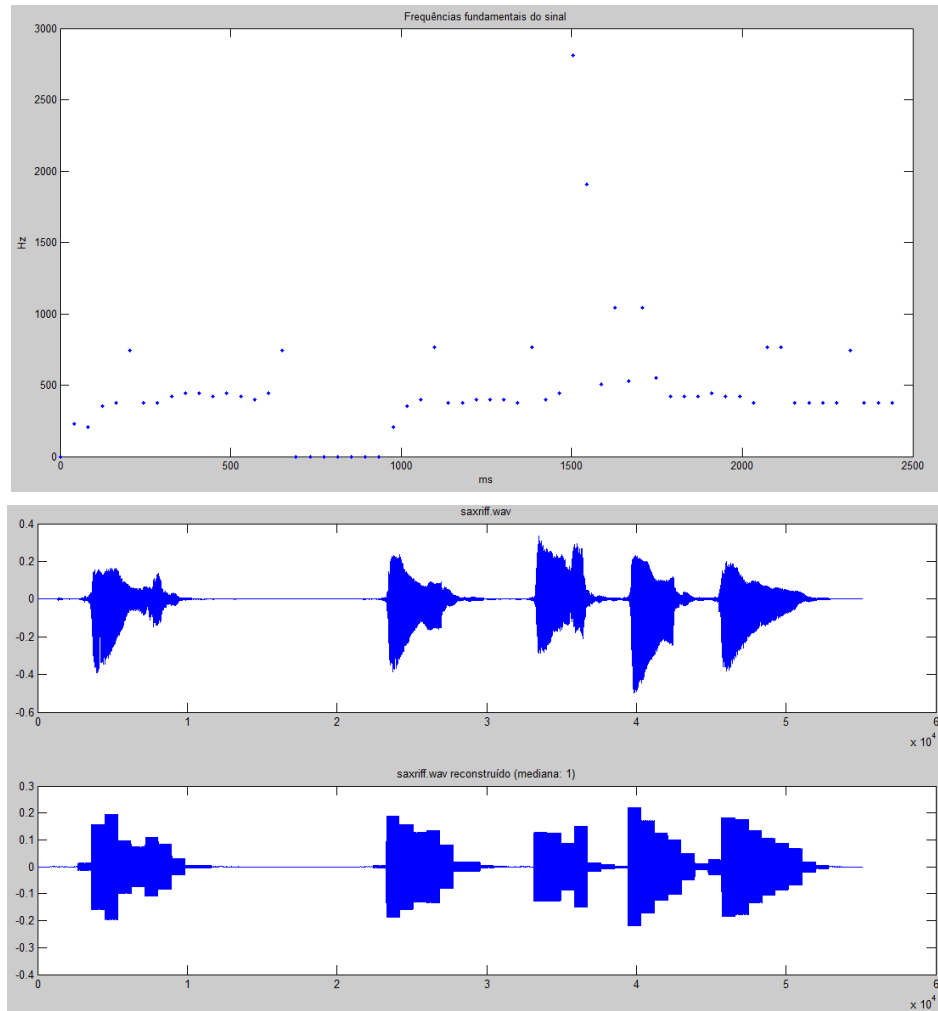
Verifica-se que existe ruído na sequência de frequências fundamentais extraídas.

1.3. e 1.4.

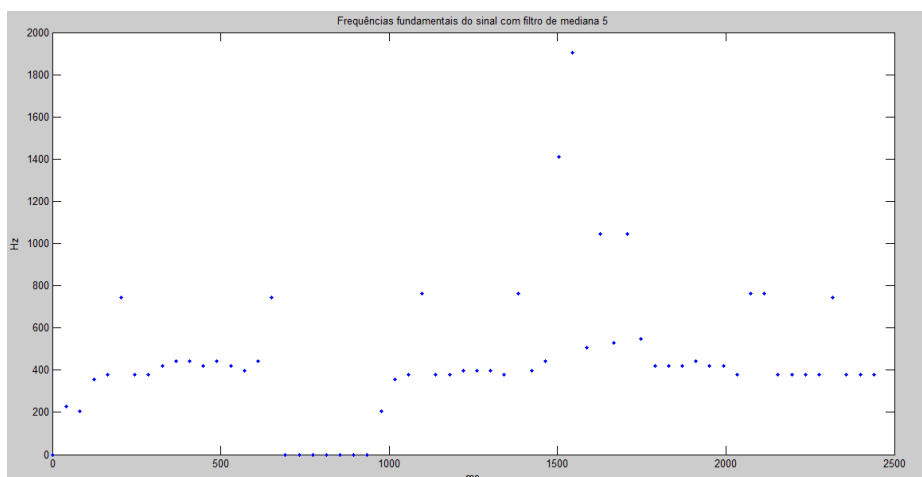
Uma vez que existia ruído na sequência de frequências fundamentais extraídas e alguns outliers foi implementado um filtro do tipo mediana sobre o sinal. O menu implementado permite escolher entre usar mediana de dimensão 1 (sinal original), 5, 7 ou 9.

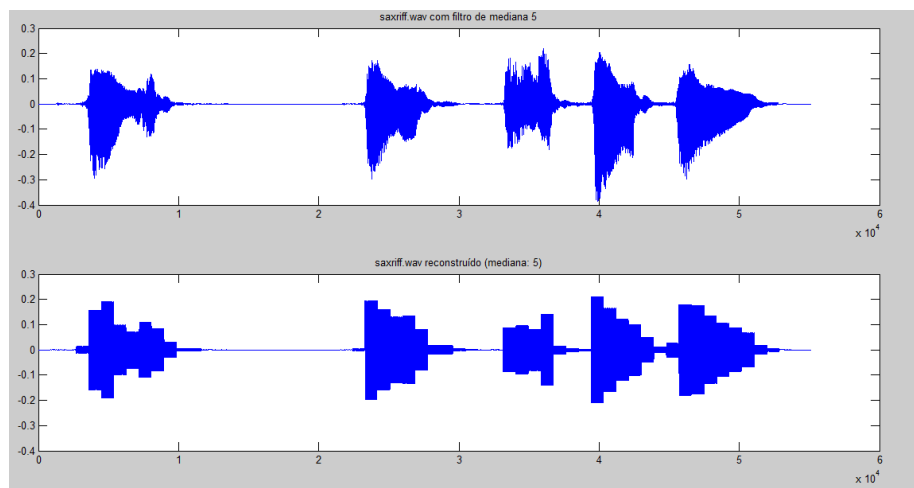
Os resultados foram os seguintes:

- Mediana 1

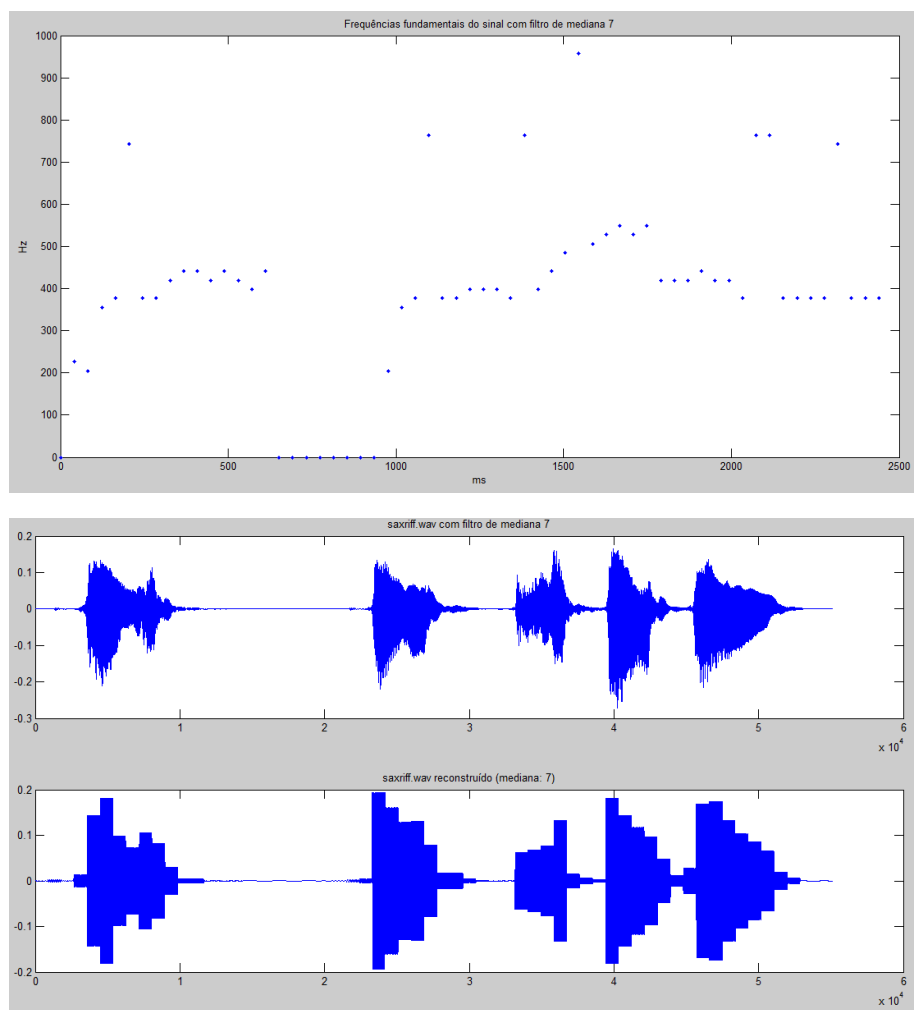


- Mediana 5

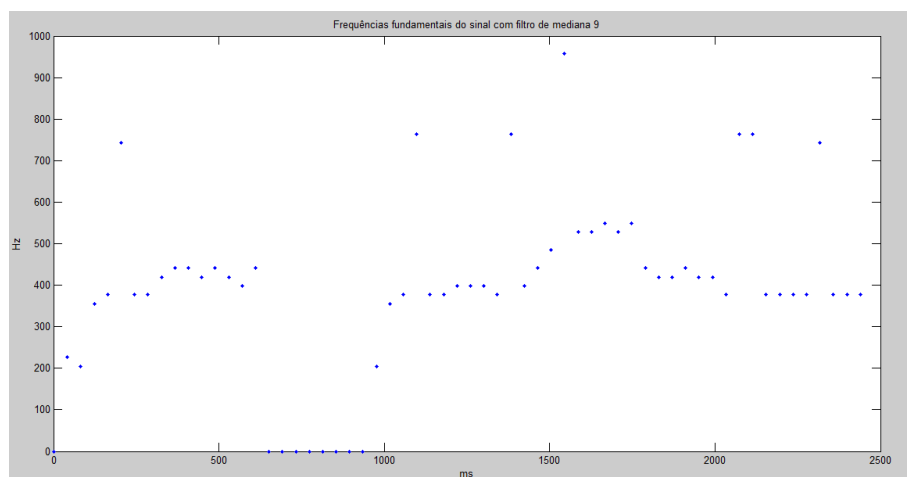


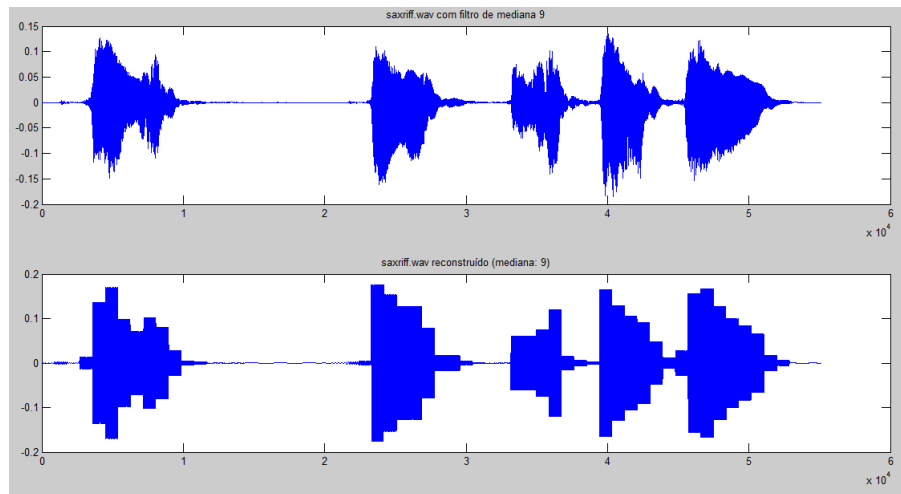


- Mediana 7



- Mediana 9





Verifica-se que as frequências fundamentais descem e a amplitude máxima dos sinais desce também à medida que a dimensão da mediana sobe.

Ao escolher a mediana o programa para além dos gráficos sintetiza também um novo sinal a partir das sequências temporais obtidas anteriormente. O sinal é gerado por: $x(t) = A \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f_0 \cdot t)$, em que o tempo, está definido num intervalo temporal correspondente à janela em causa.

1.5.

Ouvindo os sinais obtidos é verificável que a melodia representada é a mesma. No entanto os sinais representados são ainda bastante diferentes. O som obtido é menos natural e as frequências mais altas são menos evidentes.

Exercício 2

Neste exercício foi criado um menu para optar por um dos 4 sinais de teste.

Os valores utilizados foram: 50 para as janelas temporais e 6.25 para a sobreposição (1/8 de 50).

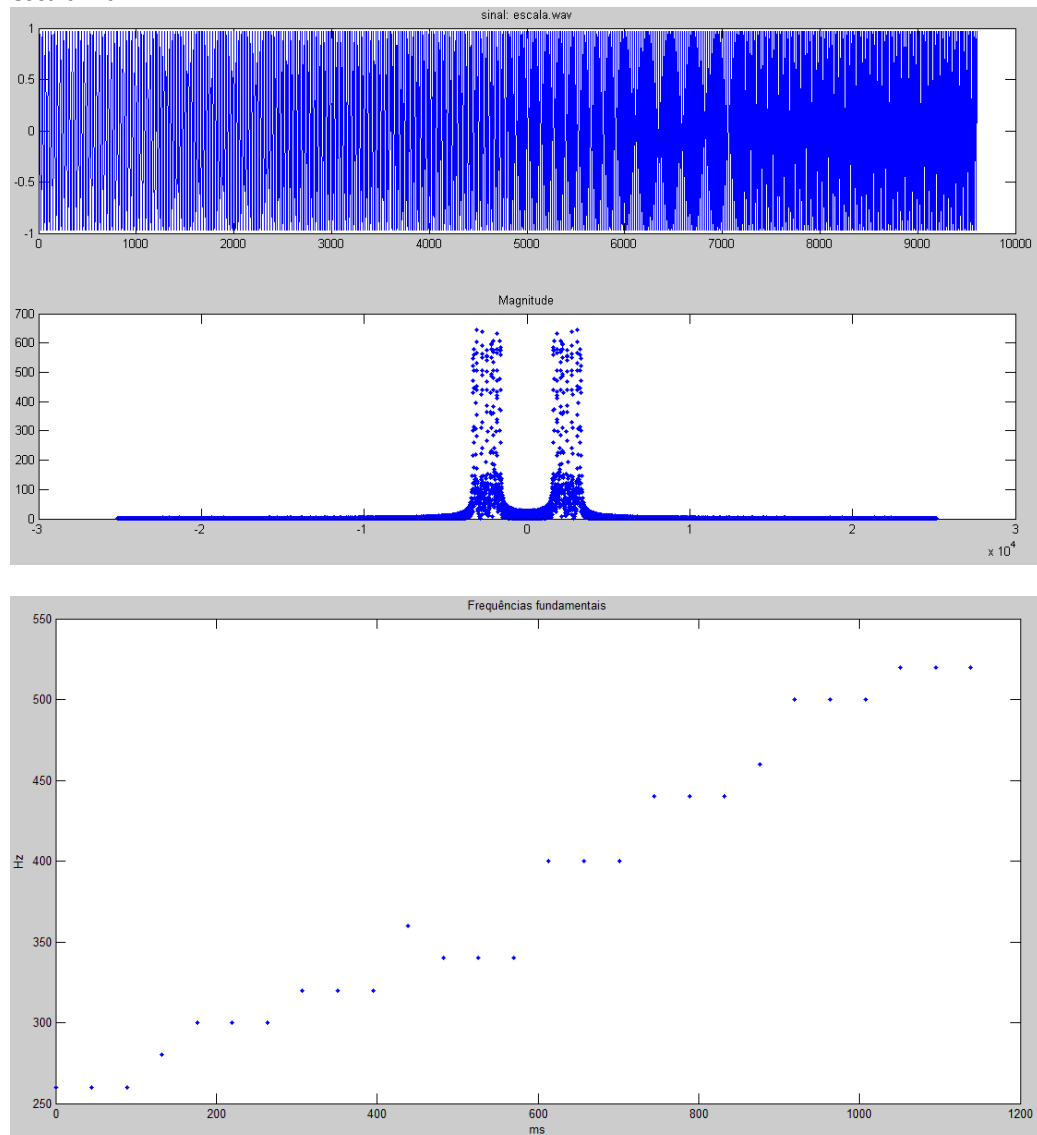
No caso do sinal escolhido ter 2 canais, é feita uma média dos 2:

```
if size(x, 2) == 2
    temp = zeros(length(x), 1);
    for i = 1:length(x)
        temp(i) = (x(i, 1) + x(i, 2)) / 2;
    end
    x = temp;
end
```

Para o exercício 2.4 é determinada a sequência de notas musicais do sinal escolhido, procurando ver de que nota da lista está mais próxima a frequência obtida.

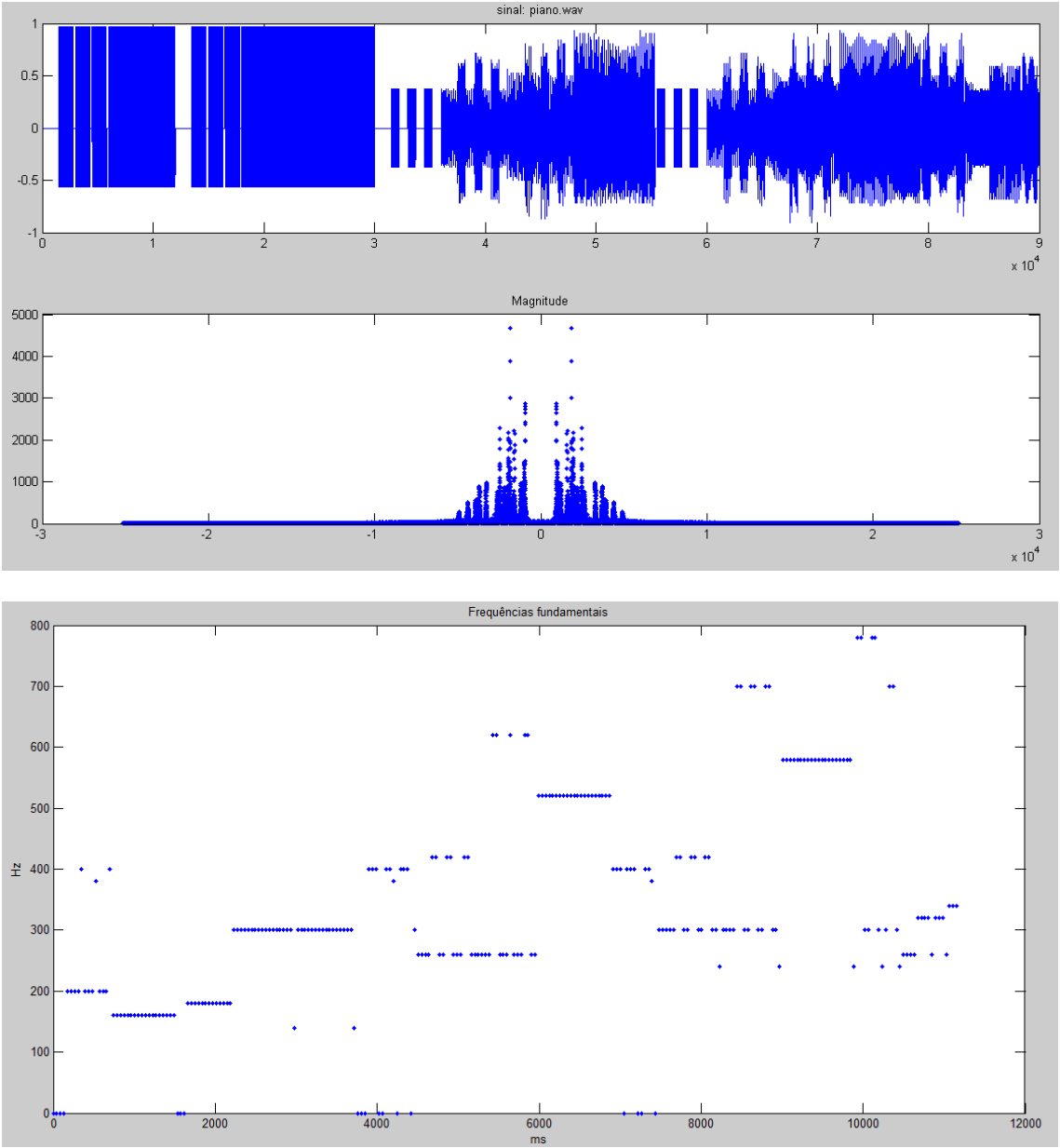
Resultados gráficos:

escala.wav



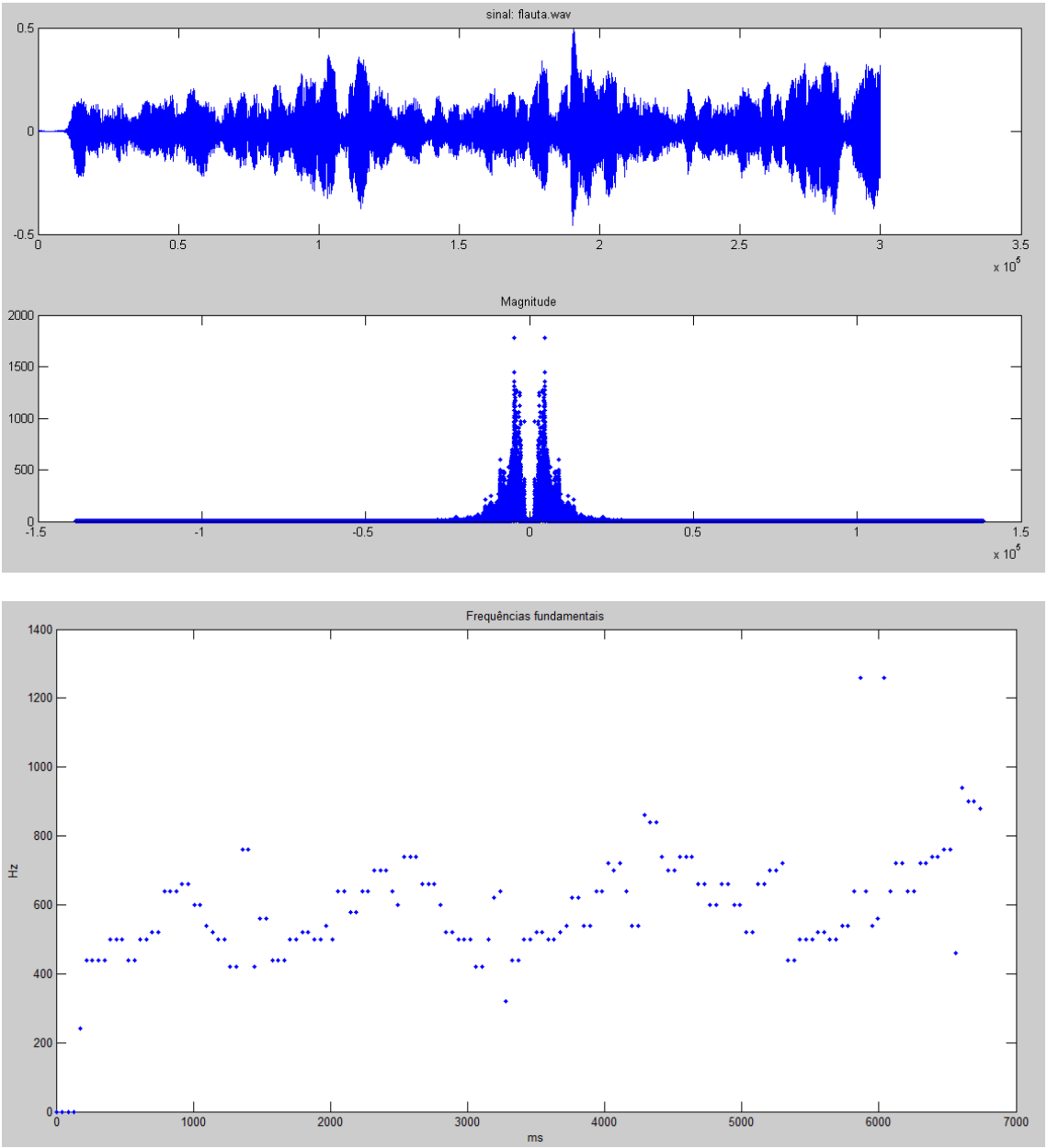
Resolução em frequência do som: 20

piano.wav



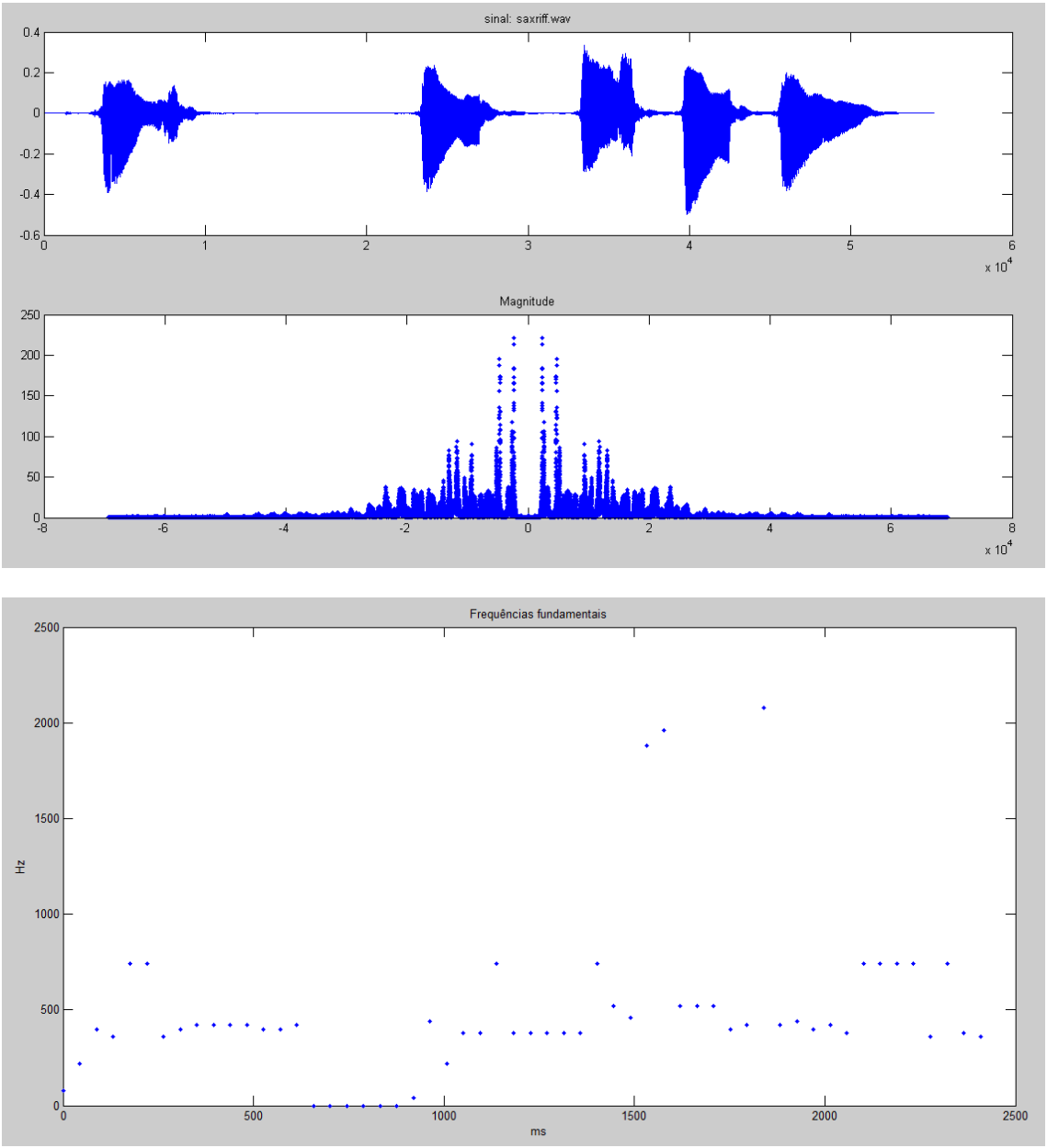
Resolução em frequência do som: 20

flauta.wav



Resolução em frequência do som: 20

saxriff.wav



Resolução em frequência do som: 19.99

Sequência de notas musicais

Janela: 50

Sobreposição: 6.25

Resolução em frequência dos sons: 20

escala.wav

Do Do Do Do# Re Re Re Re# Re# Re# Fa# Fa Fa Fa Sol Sol Sol La La La La# Do Do Do Do Do Do

piano.wav

Sol Sol Sol Sol Sol Sol Sol Sol Fa# Sol Sol Sol Sol Re# Re# Re# Re# Re# Re# Re# Re# Re# Re# Re# Re# Re# Re# Re# Re#
Re# Re# Re# Re# Re# Fa# Fa# Fa# Fa# Fa# Fa# Fa# Fa# Fa# Fa# Fa# Fa# Fa# Fa# Re Re Re Re Re Re Re Re Re
Re Re Re Re Re Re Re Re Do# Re Re Re Re Re Re Re Re Re Re Re Re Re Re Re Re Re Re Re Do#
Sol Sol Sol Sol Sol Fa# Sol Sol Sol Re Do Do Do Do Sol# Sol# Do Do Sol# Sol# Do Do Do Sol# Sol# Do
Do Do Do Do Do Re# Re# Do Do Do Re# Do Do Do Re# Re# Do Do Do Do Do Do Do Do Do
Do Do Do Do Do Do Do Do Do Do Do Do Do Do Do Sol Sol Sol Sol Sol Sol Sol Sol Fa# Re Re Re Re
Re Sol# Sol# Re Re Sol# Sol# Re Re Sol# Sol# Re Re La# Re Re Re Re Fa Fa Re Re Fa Fa Re Re Fa
Fa Re Re La# Re Re Re Re Re Re Re Re Re Re Re Re Re Re Re Re Re Re Re Re La# Sol Sol
Re Re Sol Sol Re La# Re Fa Fa Re La# Do Do Do Do Re# Re# Re# Re# Do Re# Re# Re# Do Fa Fa
Fa

flauta.wav

La# La La La La Do Do Do La La Do Do Do Do Re# Re# Re# Mi Mi Re Re Do# Do Do Do Sol#
Sol# Fa# Fa# Sol# Do# Do# La La La Do Do Do Do Do Do Do# Do Re# Re# Re Re Re# Re# Fa Fa Fa
Re# Re Fa# Fa# Fa# Mi Mi Mi Re Do Do Do Do Do Sol# Sol# Do Re# Re# Re# La La Do Do Do Do
Do Do Do Do# Re# Re# Do# Do# Re# Re# Fa# Fa Fa# Re# Do# Do# La Sol# Sol# Fa# Fa Fa Fa# Fa# Fa#
Mi Mi Re Re Mi Mi Re Re Do Do Mi Mi Fa Fa Fa# La La Do Do Do Do Do Do Do Do# Do#
Re# Re# Re# Do# Do# Re# Re# Fa# Fa# Re# Re# Fa# Fa# Fa# Fa# Fa# La# La# La La La

saxriff.wav

Re# La Sol Fa# Fa# Fa# Fa# Sol Sol# Sol# Sol# Sol# Sol Sol Sol# Re# La La Fa# Fa# Fa# Fa# Fa# Fa# Fa# Fa#
Fa# Do La# La# Si Do Do Do Sol Sol# Do Sol# La Sol Sol# Fa# Fa# Fa# Fa# Fa# Fa# Fa# Fa#

Janela: 100

Sobreposição: 12.5

Resolução em frequência dos sons = 10.00

escala.wav

Do Do Re Mi Mi Fa Fa Sol La La Si Si Do

piano.wav

Sol Sol Sol Sol Sol Sol Re# Re# Re# Re# Re# Re# Re# Re# Re# Re# Fa Fa Fa Fa Fa# Fa Re Re Re Re
Re Re Re Re Re Re Re Re Re Re Re Re Re Re Re Sol Sol Sol Sol Sol Sol Do Re# Re# Do Do Sol# Do
Sol# Do Re# Re# Re# Do Re# Re# Re# Re# Do Do Do Do Do Do Do Do Do Sol Sol Sol Sol Sol
Sol Re Do Do Sol# Do Sol# Do Sol# Do Re Sol Fa Sol Fa Fa Sol Fa Sol Re Re Re Re Re Re Re
Re Re Sol Sol Sol Sol Sol Fa Sol Do Do Re# Re# Re# Re# Fa Fa

flauta.wav

Re# Re# La La# Do Do La Do Do Re# Mi Re Re Do Do Sol# Sol# Do# La Do Do Do Do Re# Re Re
Mi Fa Re Fa# Fa# Mi Re Do Do Sol# Re# Re# La Do Do Do Do Re# Do# Mi Fa Fa Do# Sol# Fa# Fa
Fa# Mi Mi Mi Mi Mi Do Mi Fa Fa La Do Do Do Do Do# Re# Do# Re# Fa Mi Fa Fa# Sol La# La

saxriff.wav

Sol# Fa# Fa# Fa# La Sol# Sol# Sol# Fa# Fa# Sol Fa# Fa# Fa Do Do Sol# Sol# La Fa# Fa# Fa# Fa# Fa#

2.5.

A dimensão da janela tem de facto uma influência na detecção de notas, uma vez que sendo a janela maior, vai ter maior precisão nas notas calculadas mas a componente temporal vai diminuindo. Como se pode ver no seguinte exemplo:

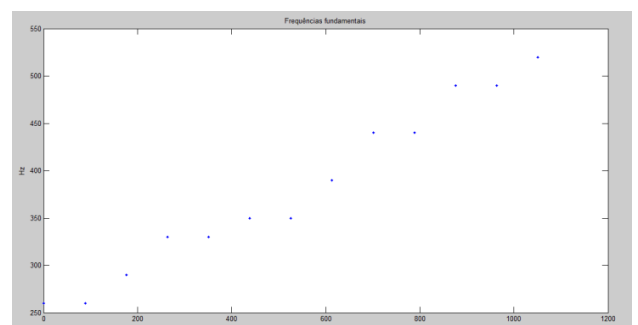
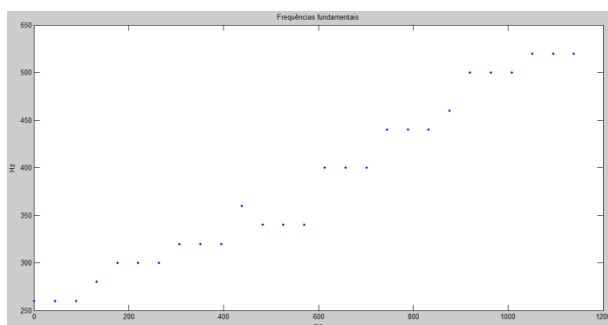
escala.wav com janela 50

Do Do Do Do# Re Re Re Re# Re# Re# Fa# Fa Fa Fa Sol Sol Sol La La La La# Do Do Do Do Do Do

escala.wav com janela 100

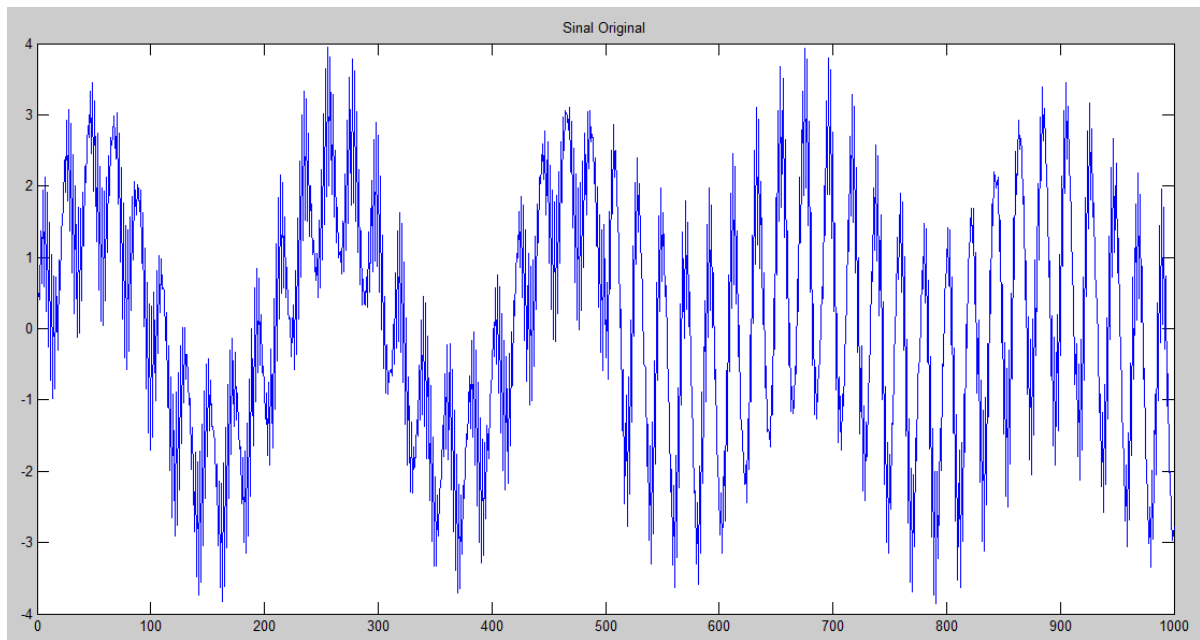
Do Do Re Mi Mi Fa Fa Sol La La Si Si Do

Como se pode verificar, o número de notas identificadas desceu consideravelmente e apenas as frequências mais altas da janela foram identificadas, como se pode verificar na representação gráfica das frequências fundamentais (do lado esquerdo com uma janela de 50 e do lado direito com uma janela de 100).

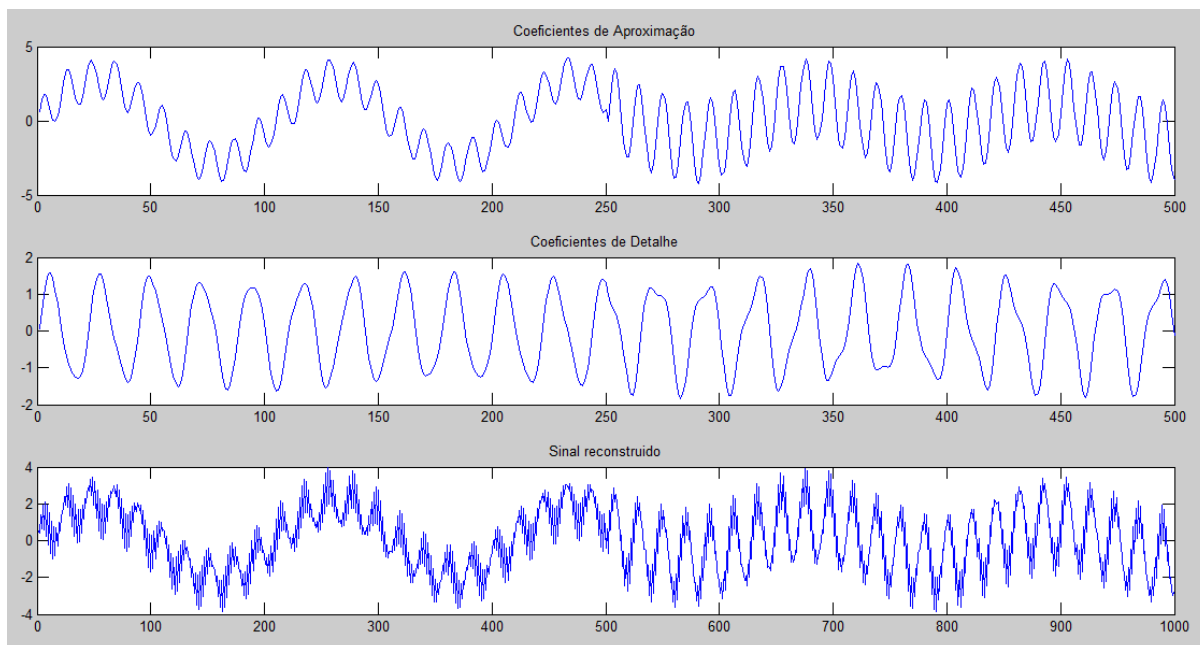


Exercício 3

3.1

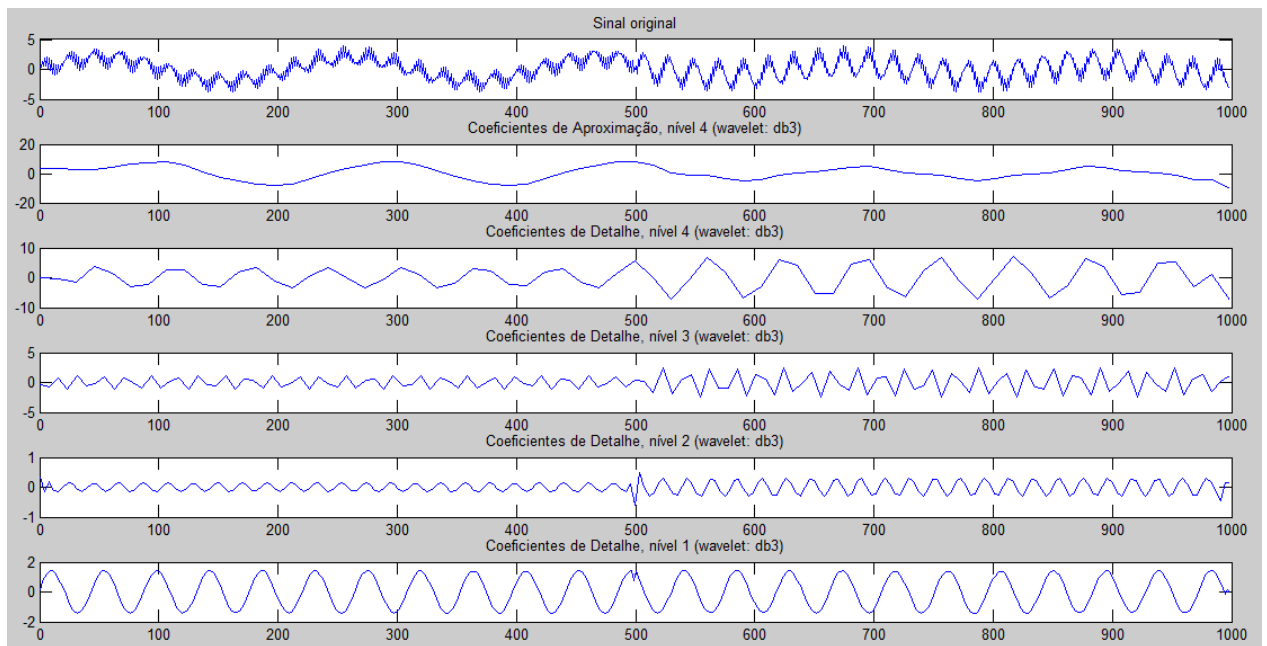


3.2 e 3.3



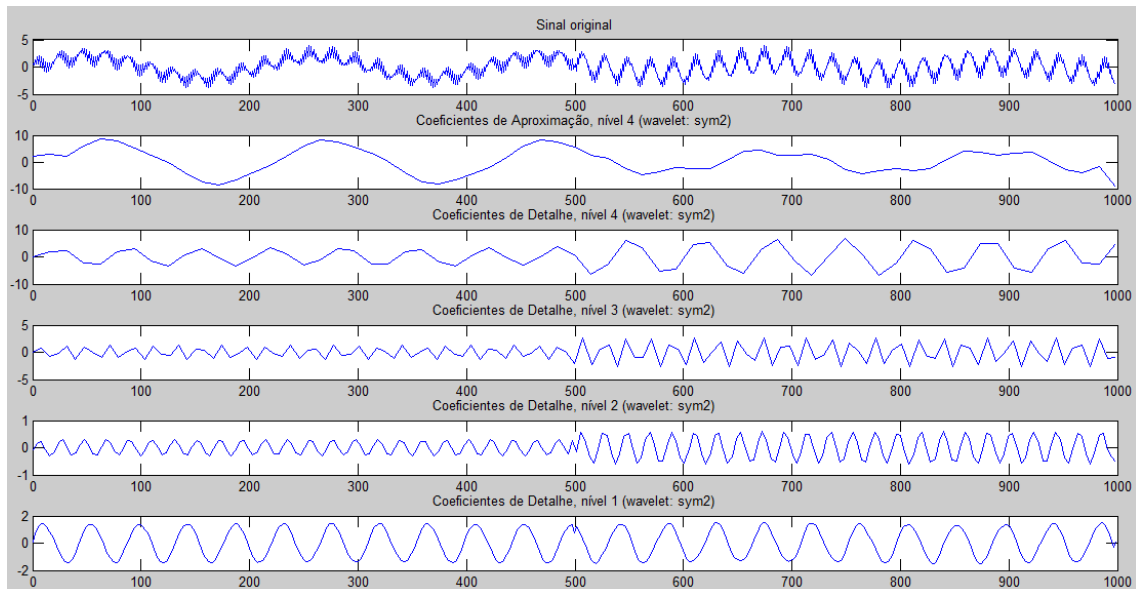
Verifica-se que o sinal reconstruído a partir dos coeficientes é bastante semelhante ao sinal original.

3.4



Verifica-se que a componente contínua varia sempre em torno do 0, para os diferentes valores n . Verifica-se ainda que a frequência mais relevante do sinal se encontra nos coeficientes de detalhe de nível 4, ou seja, na gama de valores entre $f_s/32$ e $f_s/16$ pois é neste gráfico que a escala da amplitude é maior.

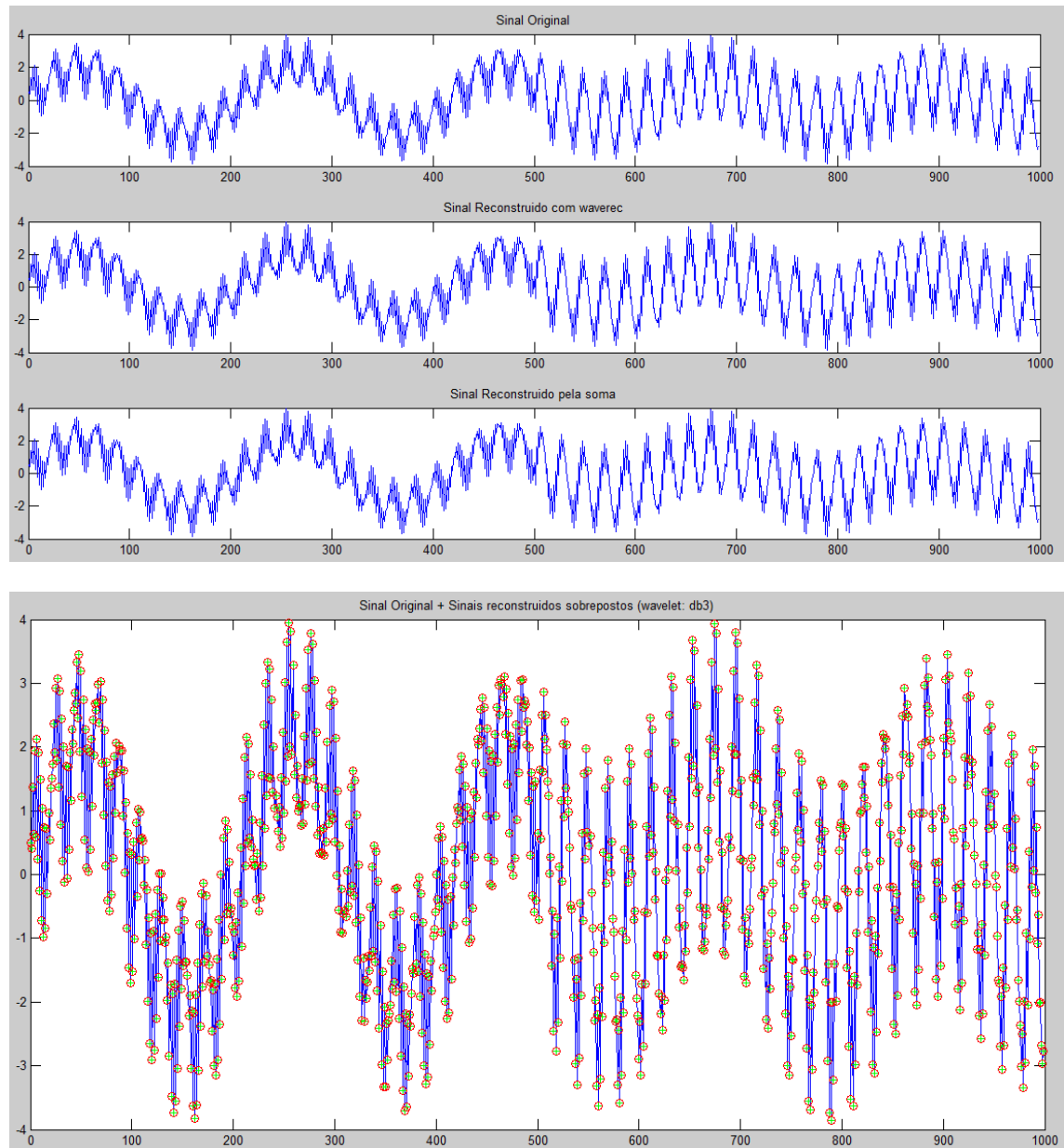
3.5



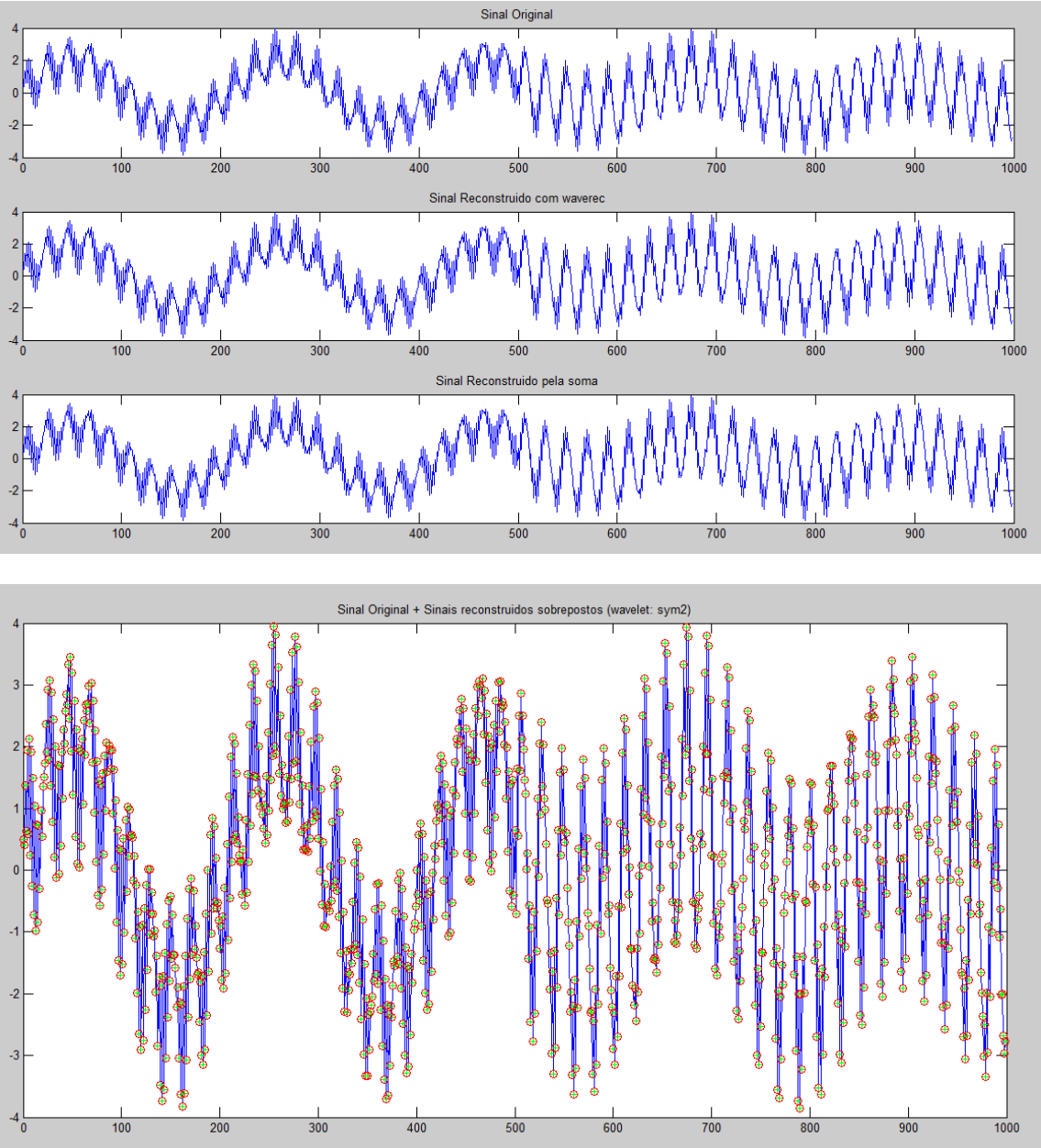
Utilizando a wavelet *Symlet* em vez da *Haar* verifica-se que os resultados obtidos são bastante semelhantes.

3.6

Resultados obtidos com a *db3*:



Resultados obtidos com a *sym2*:



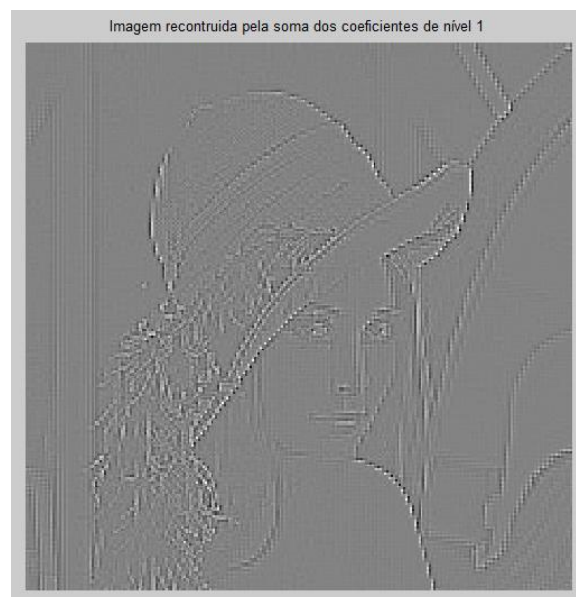
Exercício 4

Decompondo a imagem em dois níveis através da wavelet de Haar o resultado é o seguinte:



No canto superior esquerdo temos a imagem resultante dos coeficientes de aproximação de nível 2, ou seja, os coeficientes ainda não retirados à imagem. Verifica-se que essa imagem é um pouco pixelizada resultando dos coeficientes de detalhe já retirados. As restantes imagens foram construídas a partir dos coeficientes de detalhe.

Considerando apenas os coeficientes de detalhe de nível 1 a imagem apresentada é a seguinte:



Como era de esperar, uma vez que os coeficientes de detalhe são muito poucos a imagem é muito pouco visível, vendo-se no entanto um contorno evidente do rosto.

Considerando os coeficientes de detalhe de nível 2 a imagem apresentada é a seguinte:



Neste caso, os contornos tornam-se muito mais pixelizados.

Considerando todos os coeficientes obtidos na reconstrução pela soma dos coeficientes verifica-se que a imagem obtida é igual à original. Reconstituindo ainda com a função waverec a imagem é também igual à original:

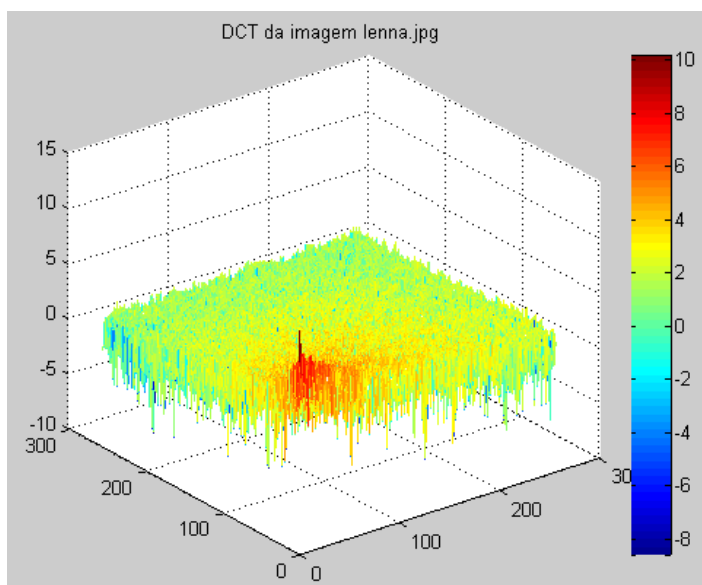
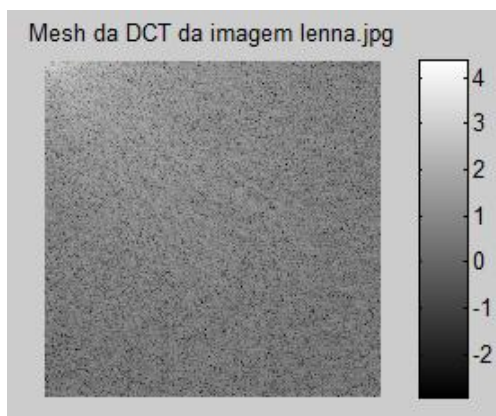


Exercício 5

5.1



5.2



5.3 e 5.4



Conclui-se com estes resultados que à medida que o número de coeficientes aumenta, aumenta também a qualidade da imagem. O resultado obtido com 20 coeficientes, apesar de não estar totalmente igual a original, apresenta uma nitidez muito boa caso o objectivo seja obter uma imagem com um tamanho menor que a original.