

UNIVERSIDADE DO MINHO

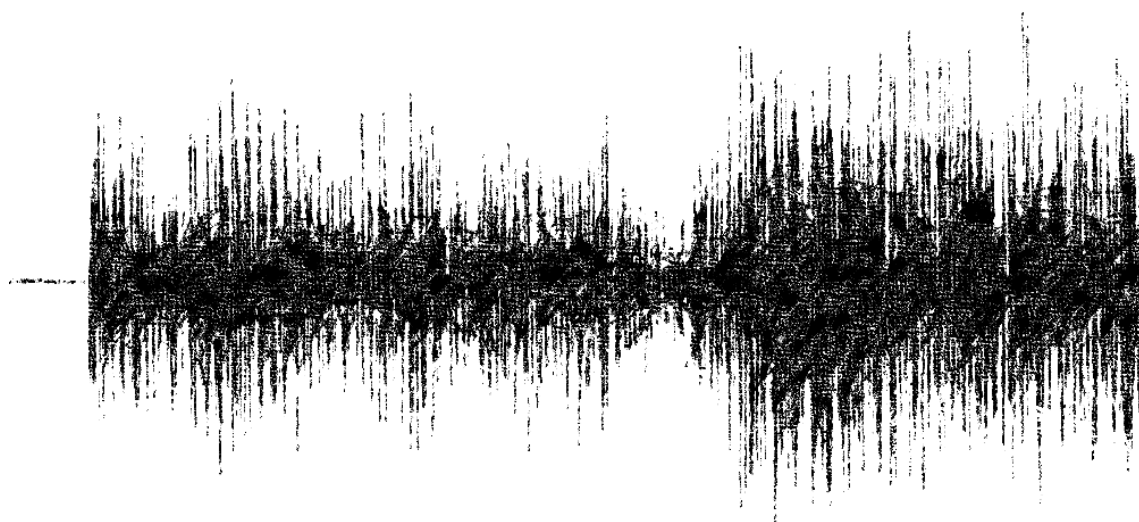
**MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA ELECTRÓNICA
INDUSTRIAL E COMPUTADORES**



UNIDADE CURRICULAR DE PROCESSAMENTO DIGITAL DE SINAL

2013/2014

**RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DO TRABALHO PRÁTICO SOBRE
DETECÇÃO DOS INTERVALOS DE SILÊNCIO NA FALA**



TRABALHO REALIZADO POR:
BÁRBARA DANIELA PEREIRA RODRIGUES
Nº65323
3º ANO

Índice

1. Introdução	2
2. Fundamentos Teóricos	
Ruído.....	2
2.1. Ruído Branco.....	3
Ruído/Sinal	3
Modelo Ruído	4
3. Síntese do Trabalho	5
4. Matlab	
4.1. Código da Função	6
4.2. Comandos a Executar	7
5. Resultados Experimentais	
5.1. Fala – Silêncio	8
5.2. Silêncio – Fala	8
5.3. Silêncio – Fala – Silêncio – Barulho	9
6. Conclusão.....	10

1. Introdução

No âmbito da unidade curricular de Processamento Digital de Sinal, lecionada no segundo semestre, do curso de Engenharia Eletrónica Industrial e Computadores, foi proposto aos alunos a realização de um trabalho prático.

Este tem como objetivo implementar um algoritmo para deteção dos intervalos de silêncio na fala. No fundo pretende-se que haja a separação do ruído e da fala, ficando com um sinal limpo e outro “sujo”, contendo o somido que se enquadra dentro dos outliers.

Irão ser analisados alguns sinais áudio, de forma a obter a informação pretendida:

- Fala – Silêncio;
- Silêncio – Fala;
- Silêncio – Fala – Silêncio;
- Silêncio – Fala – Silêncio – Barulho.

Estes sinais serão estudados e analisados com recurso ao Matlab.

2. Fundamentos Teóricos

2.1. Ruído

O ruído consiste numa alteração de alguma das características do sinal transmitido, por efeito de um outro sinal exterior ao sistema de transmissão ou gerado pelo próprio.

Este sinal é de natureza aleatória, não sendo possível prever o seu valor a curto ou longo prazo. Por este motivo deve ser descrito e tratado com recurso a métodos estatísticos.

Pode ser aditivo (soma-se ao sinal) ou multiplicativo (o sinal resultante é o produto do sinal transmitido pelo ruído).

Os efeitos do ruído fazem-se sentir através de uma deterioração da qualidade do sinal transmitido nos sistemas de transmissão analógicos e através da introdução de erros nos sistemas de transmissão digital.

Nos sistemas de transmissão analógicos, a qualidade do sinal recebido mede-se através da relação entre a potência do sinal e a potência do ruído – relação sinal/ruído (SNR – Signal to Noise Ratio). Nos sistemas de transmissão digital, o desempenho mede-se através da probabilidade de ocorrerem erros, frequentemente erros de bit – probabilidade de erro de bit (BER – Bit Error Rate).

2.2. Ruído Branco

O ruído branco é um tipo de ruído produzido pela combinação simultânea de sons de todas as frequências. O adjetivo branco é utilizado para descrever este tipo de ruído em analogia ao funcionamento da luz branca, dado que esta é obtida por meio da combinação de todas as frequências cromáticas ao mesmo tempo.

É frequentemente empregado para mascarar outros sons e é utilizado na síntese sonora, pois pode ser usado como raiz para produzir, por filtragem, formas de ondas complexas.

Em estatística, é um conceito econométrico, muito presente no estudo das séries temporais, especialmente as estocásticas discretas, onde todas as variáveis aleatórias seguem uma distribuição normal de média zero, variância constante e as covariâncias são nulas.

2.3. Ruído/Sinal

A relação/razão ruído sinal, normalmente abreviada para SNR (*Signal-To-Noise-Ratio*), é definida pela divisão da potência de um sinal pela potência do ruído sobreposto a esse mesmo sinal.

Simplificando, o SNR mede a fidelidade de reprodução dos sinais, comparando o nível de um sinal desejado com o nível de ruído de fundo, sendo que quanto mais alto este for, menor será o efeito de fundo sobre a medição do sinal.

$$\text{SNR} = \frac{P_{\text{signal}}}{P_{\text{noise}}} = \left(\frac{A_{\text{signal}}}{A_{\text{noise}}} \right)^2$$
$$\text{SNR}_{\text{dB}} = 10 \log_{10} \left[\left(\frac{A_{\text{signal}}}{A_{\text{noise}}} \right)^2 \right] = 20 \log_{10} \left(\frac{A_{\text{signal}}}{A_{\text{noise}}} \right)$$

Figura 1- Cálculo do SNR

Em cima está representado o cálculo do SNR, sendo que P representa a potência e A o valor quadrático médio da amplitude. Estes valores devem ser medidos no mesmo ou em pontos equivalentes no mesmo sistema e dentro da mesma largura de banda.

2.4. Modelo do Ruído

Quando falamos emitimos um sinal, mas geralmente este só é detetado um pouco depois de se ter começado a gravação. O modelo de ruído obtém-se analisando o sinal proveniente (normalmente desde início).

É constituído por dois parâmetros fundamentais a média e a variância. Sendo estes calculados a partir das amostras retiradas do sinal e sendo através deles que se consegue obter o modelo do ruído:

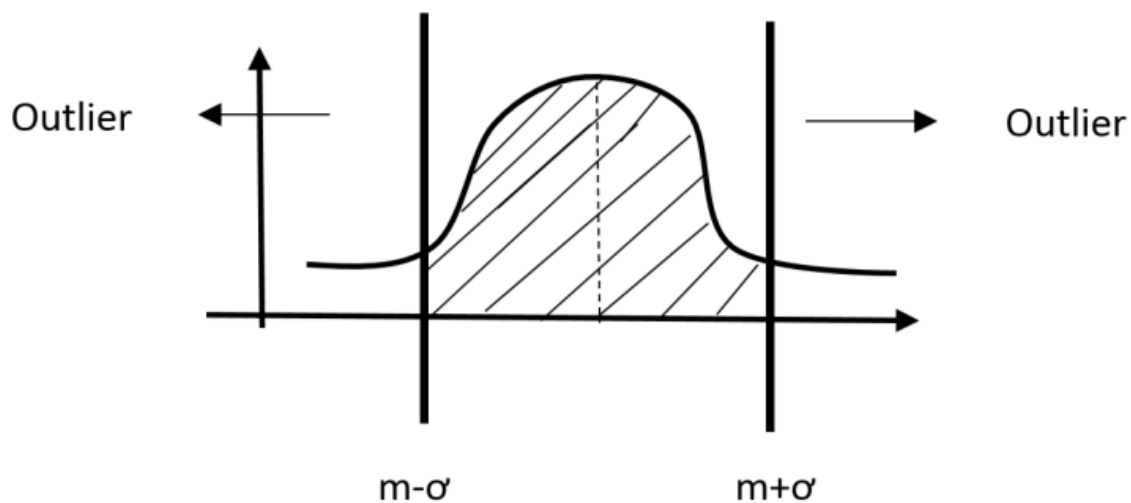


Figura 2- Modelo do Ruído

Se os valores estiverem dentro dos parâmetros ($m-\sigma$, $m+\sigma$) é sinal de ruído, se estiverem fora dos parâmetros, ou seja, no outlier, é sinal de fala.

- Ruído: $P(|x-m| < \sigma)$
- Fala: $P(|x-m| > \sigma)$

No entanto podem surgir problemas, tais como existirem pontos de fala dentro dos parâmetros do ruído ou haverem períodos de pausa no meio, sendo estes barulhos confundidos com fala. Para solucionar estes problemas temos de fazer uma análise a um conjunto de amostras (uma janela).

3. Síntese do Trabalho

No âmbito deste problema, para se proceder à sua resolução, a solução passa por separar o ruído da fala.

Para isso é necessário executar os seguintes passos:

- Gravação/Aquisição do sinal de áudio;
- Análise do gráfico do sinal obtido e dedução do número de amostras necessárias para proceder ao Modelo do Ruído;
- Cálculo dos parâmetros do Modelo do Ruído, ou seja, a média e a variância das amostras que foram retiradas;
- Implementação do código em Matlab, através do Modelo do Ruído, para separação do ruído e da fala;
- Análise dos resultados obtidos.

4. Matlab

4.1. Código da Função

```
function[noisebuff, talkbuff] = modeloruído(y,nseg, wlen, fr)
% y = sinal, nseg = número de amostras do segmento, wlen = largura da janela,
% fr = fração de 1's (amostras do Outlier) %

nseg = length(y); % define o número de amostras do segmento %
m = mean(y(1:nseg)); % média %
v = var(y(1:nseg)); %variância %

alfa = fr*wlen; % Amostras dentro, não no Outlier%
noisebuff = 0; % Armazenamento das amostras de ruído %
talkbuff = 0; % Armazenamento das amostras de fala %
a = 1:1:length(y); % Array largura do sinal %

if(rem(wlen, 2)) == 1) % Se o resto da divisao for 1 %
    wlen=wlen+1; % Torna-se a largura da janela número par %
end

for i=1: length(y) % Ciclo que percorre todo o sinal %
    if(abs(y(i)-m)>sqrt(v)) % Se a amostra estiver no Outlier %
        a(i)=1; % arrays 1's %
    else % Se a amostra estiver dentro de (m - sigma e m + sigma), %
        % ou seja, dentro dos limites de fala %
        a(i)=0; % arrays 0's %
    end
end

initw=1; %inicio da janela%
endw=initw+wlen; % fim da janela %
previous_noise=0;

while(endw<length(y)) % enquanto janela for menor que a largura do sinal%
    w=a(initw:endw); % amostras no Outlier %
    if(sum(w)>alfa) %Se existirem mais amostras no Outlier do que dentro %
        if(previous_noise==1) % Se anteriormente ocorreu ruído %
            talkbuff=cat(1, talkbuff, y(initw:endw));
        else % Se anteriormente ocorreu fala %
            talkbuff=cat(1, talkbuff, y(initw+wlen/2:endw));
        end
    else % Se existir mais amostras dentro do que no outlier %
        if(previous_noise==1) % Se anteriormente ocorreu ruído %
            noisebuff=cat(1, noisebuff, y(initw+wlen/2:endw));
        else % Se anteriormente ocorreu fala %
            noisebuff=cat(1, noisebuff, y(initw:endw));
        end
    end

    initw=initw+wlen/2;
    endw=endw+wlen/2;

    if(endw>length(y)) % Se a janela passou dos limites do sinal %
        endw=length(y); % Janela passa a ter as dimensões do sinal %
        initw=endw-initw;
    end

    clean=abs(max(talkbuff))+abs(min(talkbuff));
    noise=abs(max(noisebuff))+abs(min(noisebuff));
    SNR=20*log(clean/noise);
    disp(SNR);
end
```

4.2. Comandos a Executar

```
>> y = wavrecord(24000,8000);  
% Gravação de áudio através do microfone com frequência de amostragem de 16000Hz  
e o número de amostragens por segundo 8000 (valor standard), perfazendo tempo  
= 16000/8000 = 2 segundos de gravação %  
  
[noisebuff, talkbuff] = modeloruído (y, 500, 500, 0.5);  
% Introduzir a expressão com os parâmetros pretendidos%  
  
>> % Aparece aqui o valor do SNR relativo ao sinal%  
  
>> subplot(3, 1, 1), plot(y); % Visualização gráfica do sinal gravado %  
>> subplot(3, 1, 2), plot(talkbuff); % Visualização gráfica da fala %  
>> subplot(3, 1, 3), plot(noisebuff); % Visualização gráfica do ruído %  
  
>> sound(talkbuff)  
  
>> sound(noisebuff)
```

Os comandos `sound(talkbuff)` e `sound(noisebuff)` são opcionais, dando ao utilizador a oportunidade de perceber melhor aquilo que foi gravado e considerado “fala” ou “ruído”.

5. Resultados Experimentais

Seguem-se então os resultados obtidos para os diferentes testes realizados, nomeadamente os gráficos obtidos para o sinal original, para o sinal “limpo” e para o ruído. Os valores de SNR estarão presentes, acompanhando os gráficos.

5.1. Fala – Silêncio

$[noisebuff, talkbuff] = modeloruido(y, 200, 500, 1)$

SNR=20,0606

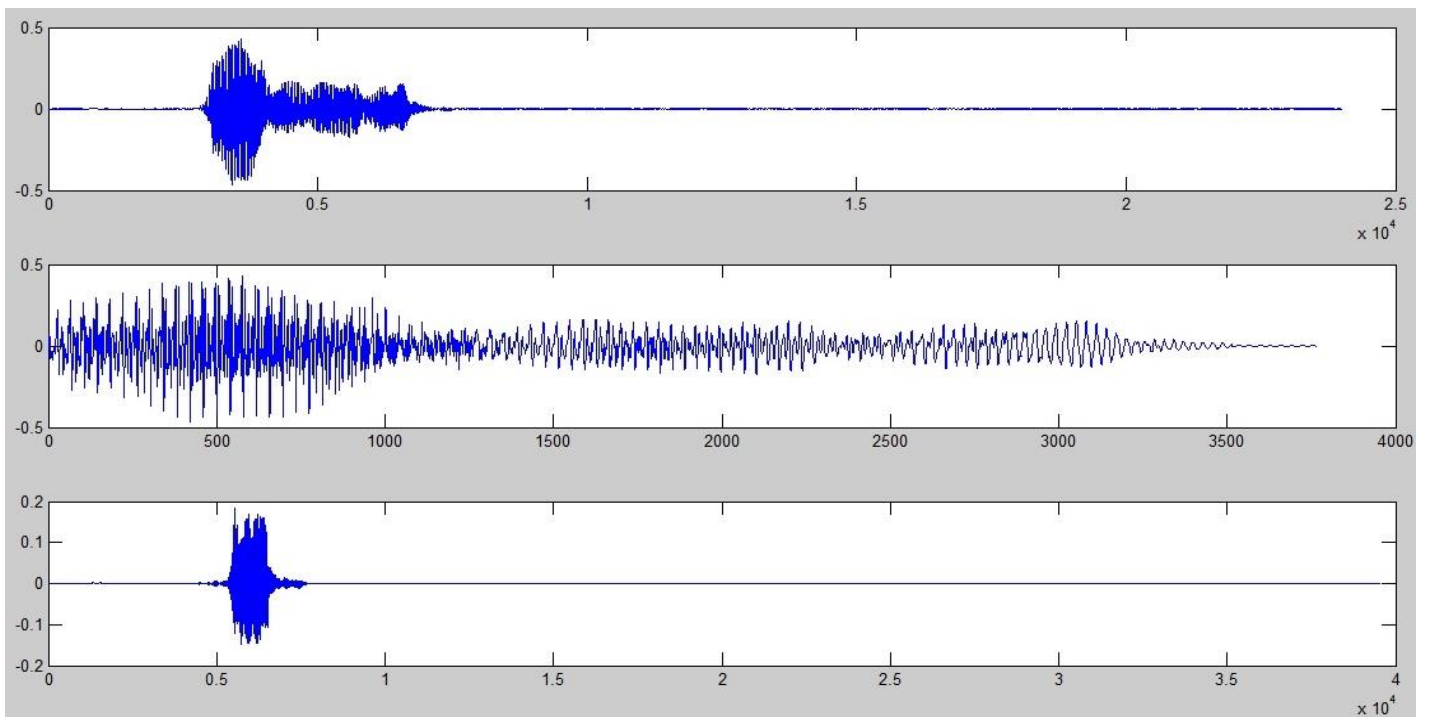


Figura 3- Sinal gravado, sinal "limpo", sinal com ruído (de cima para baixo)

5.2. Silêncio – Fala

$[noisebuff, talkbuff] = modeloruido(y, 200, 500, 19/20)$

SNR=36,4974

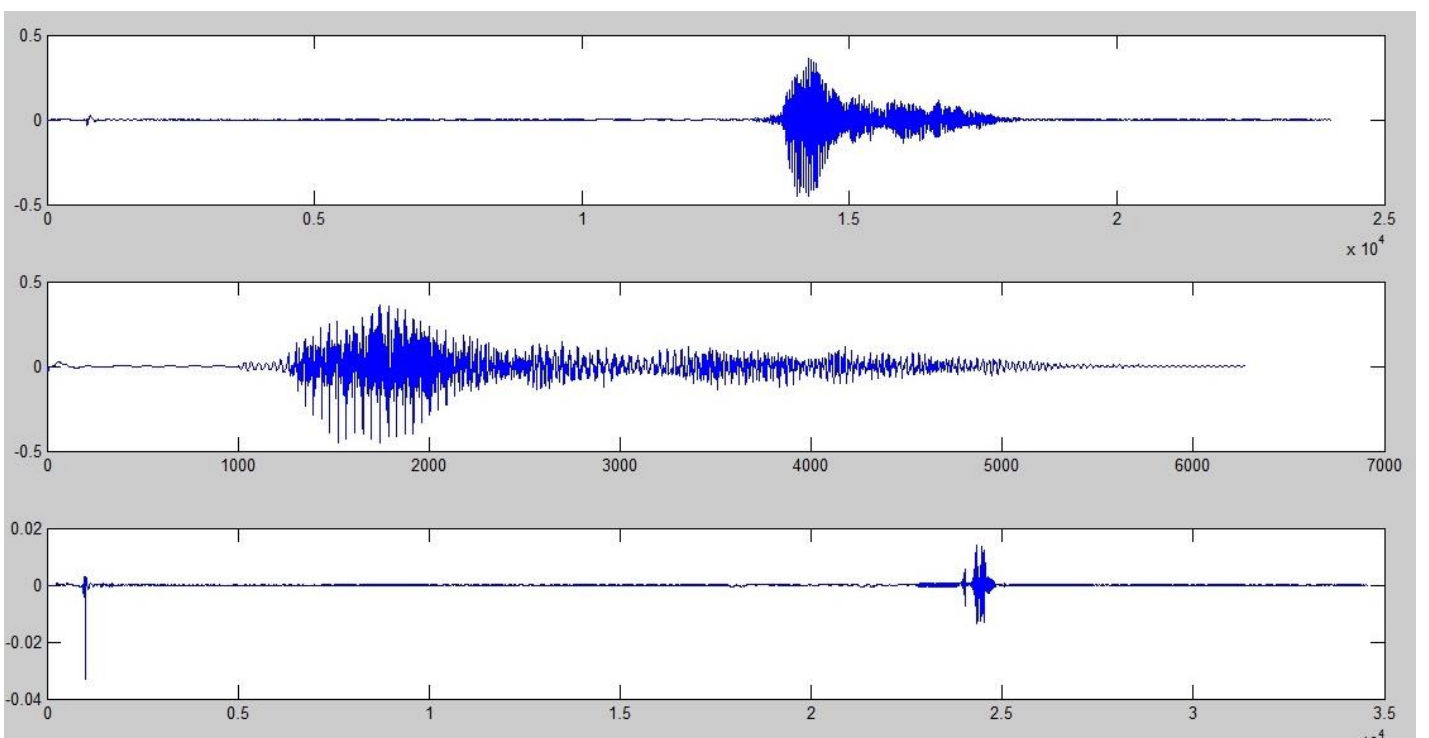


Figura 4 - Sinal gravado, sinal "limpo", sinal com ruído (de cima para baixo)

5.3. Silêncio – Fala – Silêncio - Barulho

$[noisebuff, talkbuff] = modeloruido(y, 100, 200, 1/10)$

SNR= 39,7116

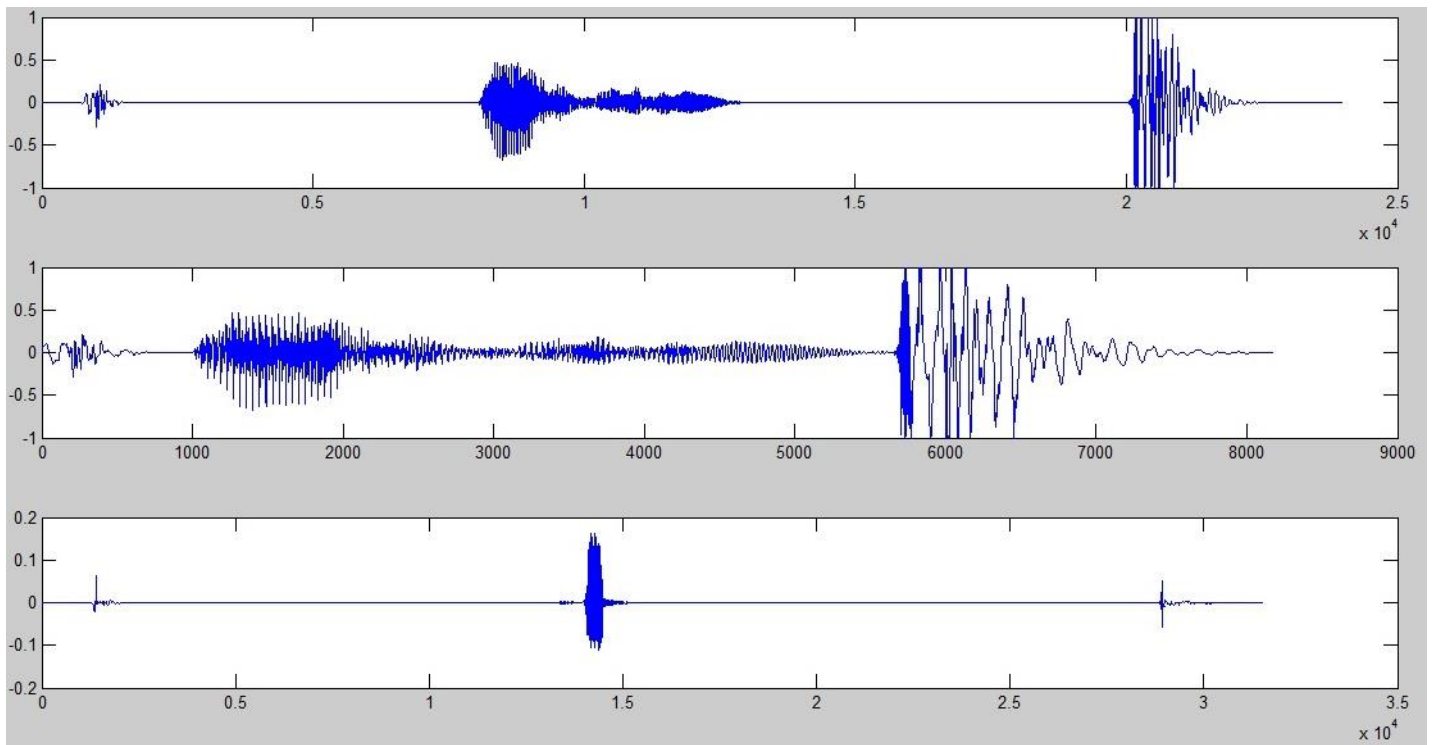


Figura 5 - Sinal gravado, sinal "limpo", sinal com ruído (de cima para baixo)

6. Conclusão

Através da elaboração deste trabalho prático, foi possível lidar com a separação de sinais.

Os testes foram elaborados recorrendo a um microfone de computador, gravando um sinal de áudio com silêncio e fala.

O código implementado em Matlab permite distinguir a fala do ruído, através do Modelo do Ruído. Este método consiste em analisar segmento a segmento, ou seja, o conjunto de amostras do sinal e observar se possui um número relativamente elevado de amostras que se encontram no outlier ou dentro dos parâmetros para o modelo.

Para cada modo de sinal de áudio, as mudanças nos parâmetros da função do Modelo do Ruído foram tidas em consideração no programa Matlab (número de amostras do segmento, tamanho da janela e fração de amostras no outlier por janela).