

Exercícios feitos na plataforma **Matlab**.

EXERCÍCIO 3 – Faça a leitura dos dois sinais de áudio disponibilizados, contendo dados de um sinal de fala. Visualize os sinais no tempo e ouça-os com atenção. Vocês conseguem ver alguma diferença entre os sinais plotados no tempo? E com relação ao áudio, percebem alguma diferença?

Empregando a rotina da `fft`, plote o módulo do espectro de frequência dos sinais. Observe as diferenças entre as duas representações em frequência. Para o sinal de áudio 1, em qual faixa de frequências se concentra a maior energia? O que ocorre com o sinal de áudio 2? Alguma técnica poderia ser empregada para melhorar a qualidade desse sinal?

Leitura de um sinal de áudio no Matlab:

```
[sinal,Fs]= audioread('C:\sinal.wav');
```

Resposta:

Leitura do **Sinal 1**:

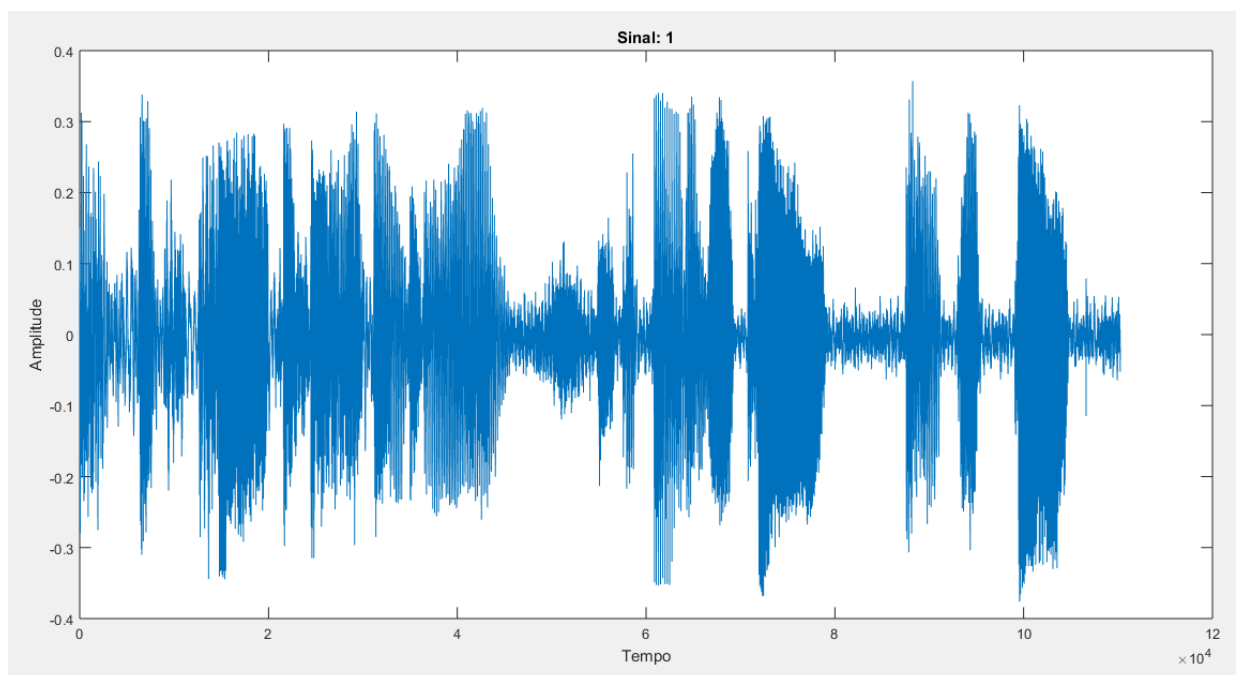
```
[y,Fs] = audioread('sinal 1.wav')
```

```
plot(y)
```

```
title('Sinal: 1')
```

```
xlabel('Tempo')
```

```
ylabel('Amplitude')
```



Leitura do **Sinal 2**:

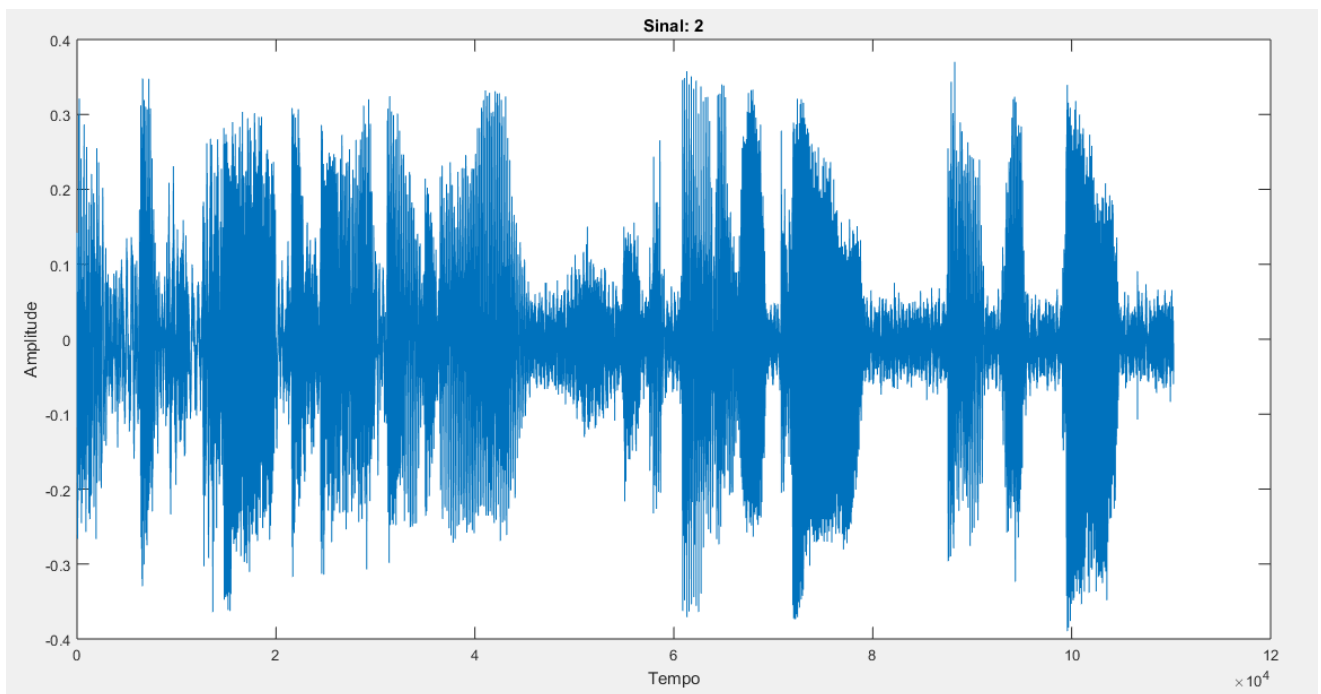
```
[y,Fs] = audioread('sinal 2.wav')
```

```
plot(y)
```

```
title('Sinal: 2')
```

```
xlabel('Tempo')
```

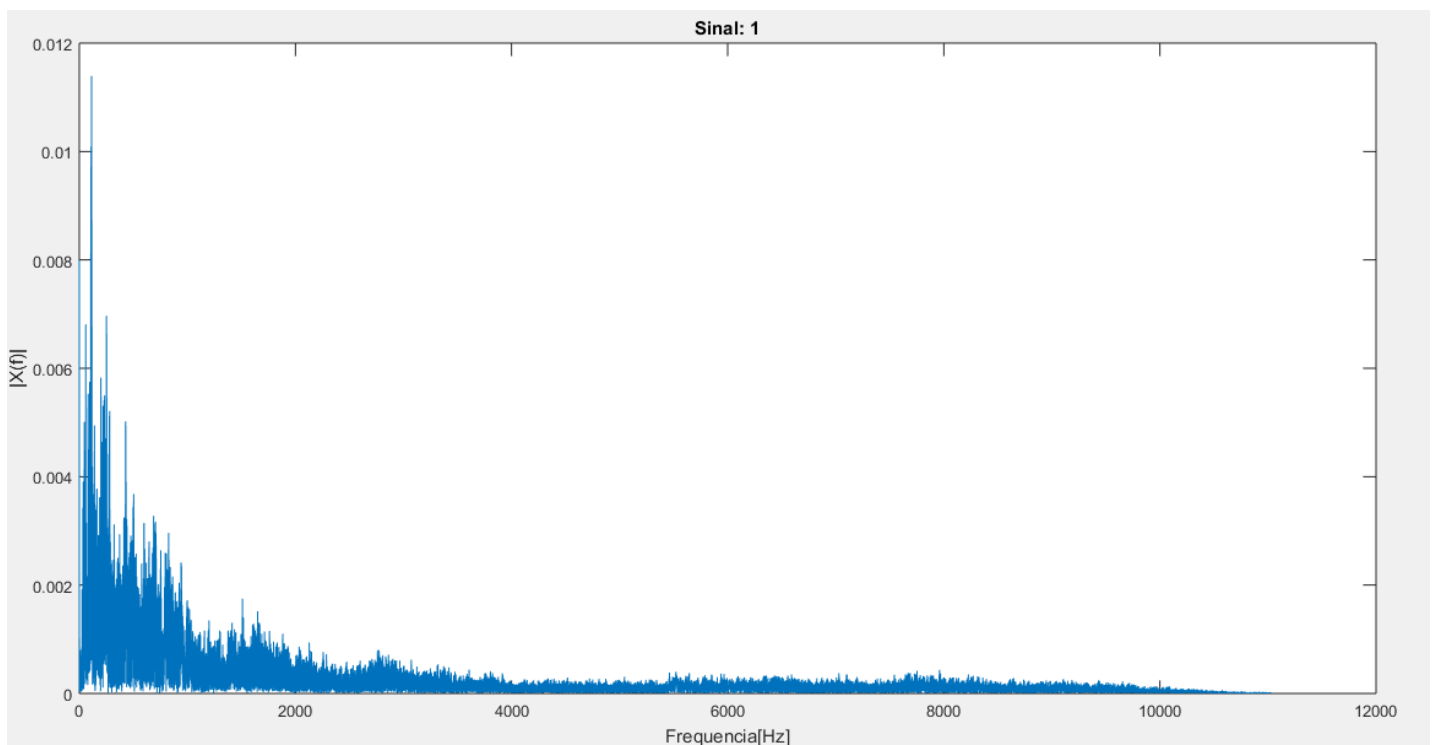
```
ylabel('Amplitude')
```



A partir de uma observação minuciosa de ambos os gráficos, pode-se notar que o sinal 2 tem amplitude maior que o sinal 1, pois o sinal 2 possui um ruído notável ao ser escutado.

Transformada de Fourier no **sinal 1**:

```
[sinal1,Fs] = audioread('sinal 1.wav');  
L=length(sinal1);  
NFFT = 2^nextpow2(L);  
X= fft(sinal1,NFFT)/L;  
f = Fs/2*linspace(0,1,NFFT/2+1);  
figure(2);  
plot(f,2*abs(X(1:NFFT/2+1)))  
title('Sinal: 1')  
xlabel('Frequencia[Hz]')  
ylabel('|X(f)|')
```



No sinal 1, temos uma aglomeração nas frequências a partir de 4000 Hz.

Transformada de Fourier no **sinal 2**:

```
[sinal2,Fs] = audioread('sinal 2.wav');
```

```
L=length(sinal2);
```

```
NFFT = 2^nextpow2(L);
```

```
X= fft(sinal2,NFFT)/L;
```

```
f = Fs/2*linspace(0,1,NFFT/2+1);
```

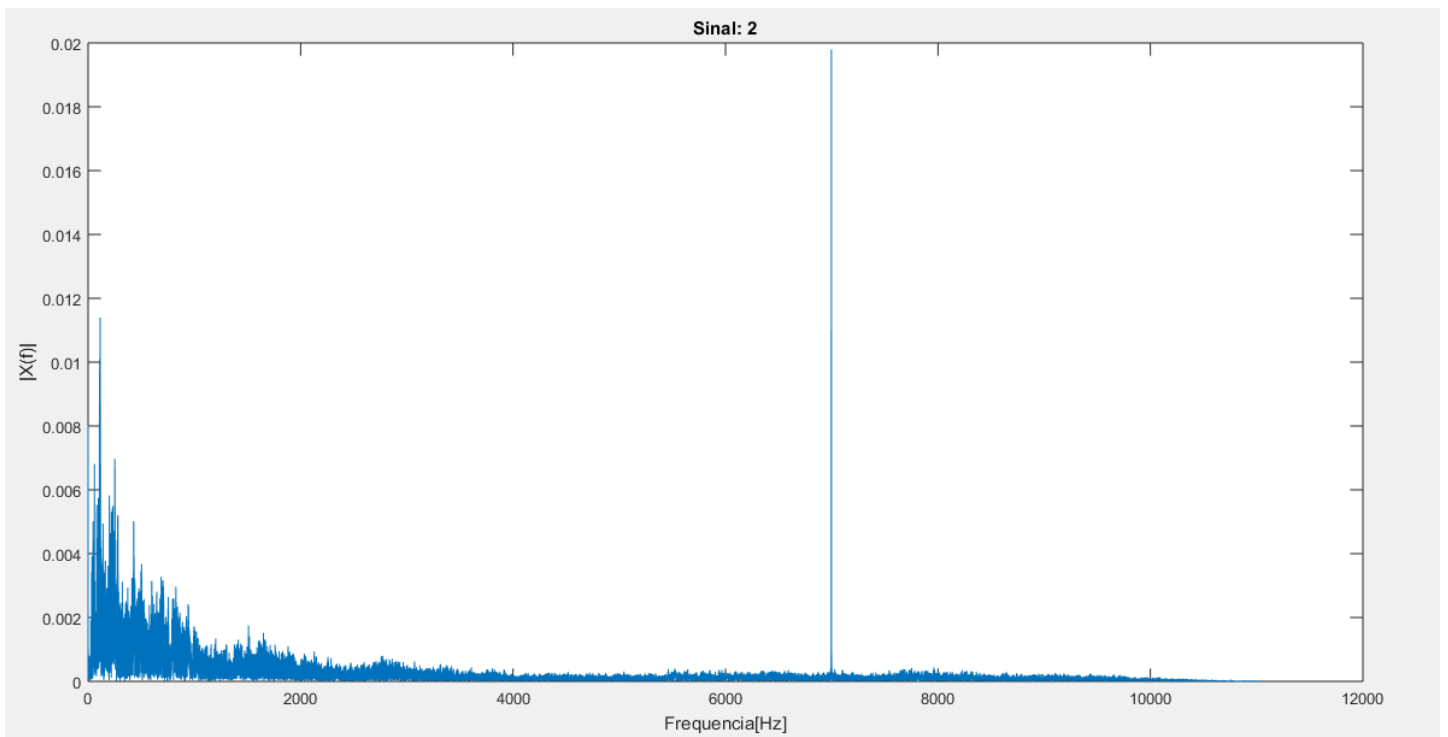
```
figure(2);
```

```
plot(f,2*abs(X(1:NFFT/2+1)))
```

```
title('Sinal: 2')
```

```
xlabel('Frequencia[Hz]')
```

```
ylabel('|X(f)|')
```



É possível notar que para uma melhor qualidade do sinal 2, pode ser utilizado um filtro passa-baixa com frequência meia potência de 6000 Hz.

EXERCÍCIO 4 – Filtragem de um sinal

Plote o espectro de amplitudes de um filtro FIR, considerando a frequência de amostragem $F_s=22050$ amostras/s. Que filtro é esse ?

$h[n] = (-2.2097e-05 \ -0.00090689 \ 2.6651e-05 \ 0.0012397 \ -3.5583e-05 \ -0.0018037$
 $4.865e-05 \ 0.0026359 \ -6.5483e-05 \ -0.0037794 \ 8.5604e-05 \ 0.005287 \ -0.00010846 \ -$
 $0.0072278 \ 0.00013344 \ 0.0096989 \ -0.00015995 \ -0.012846 \ 0.0001875 \ 0.016904 \ -$
 $0.00021576 \ -0.022282 \ 0.00024485 \ 0.029756 \ -0.00027585 \ -0.041007 \ 0.00031228$
 $0.06043 \ -0.00036613 \ -0.10419 \ 0.0004996 \ 0.3181 \ 0.5 \ 0.31751 \ 3.576e-06 \ -0.10417 \ -$
 $0.00012438 \ 0.06045 \ 0.00015789 \ -0.041037 \ -0.00016692 \ 0.029789 \ 0.00016442 \ -$
 $0.022315 \ -0.00015513 \ 0.016936 \ 0.0001415 \ -0.012876 \ -0.00012517 \ 0.0097256$
 $0.00010741 \ -0.0072513 \ -8.93e-05 \ 0.005307 \ 7.1811e-05 \ -0.0037959 \ -5.5796e-05$
 $0.0026488 \ 4.2002e-05 \ -0.001813 \ -3.1059e-05 \ 0.0012457 \ 2.3461e-05 \ -0.00090977 \ -$
 $1.9565e-05 \ 0.00077182 \ 1.9574e-05)$

Filtre o sinal de áudio 2, através do filtro FIR representado por $h[n]$, usando a propriedade da convolução na frequência. Para a realização da filtragem o sinal de áudio e a resposta ao impulso devem possuir o mesmo número de amostras. Se N é o número de amostras do sinal com ruído e M o número de amostras do filtro, ambos os sinais devem ser preenchidos com zeros até o valor de $M+N-1$, que é o número de amostras do sinal filtrado.

Compare os espectros em módulo do sinal filtrado com o sinal inicial sem ruído e com o sinal ruidoso.

Resposta:

Filtro FIR:

$H = [-2.2097e-05; \ -0.00090689; \ 2.6651e-05; \ 0.0012397; \ -3.5583e-05; \ -$
 $0.0018037; 4.865e-05; \ 0.0026359; \ -6.5483e-05; \ -0.0037794; \ 8.5604e-05; \ 0.005287; -$
 $0.00010846; \ -0.0072278; \ 0.00013344; \ 0.0096989; \ -0.00015995; \ -0.012846; 0.0001875;$
 $0.016904; \ -0.00021576; \ -0.022282; \ 0.00024485; \ 0.029756; -0.00027585; \ -0.041007;$
 $0.00031228; 0.06043; \ -0.00036613; \ -0.10419; 0.0004996; \ 0.3181; \ 0.5; \ 0.31751; \ 3.576e-$
 $06; \ -0.10417; \ -0.00012438; 0.06045; \ 0.00015789; \ -0.041037; \ -0.00016692; \ 0.029789;$
 $0.00016442; -0.022315; \ -0.00015513; \ 0.016936; \ 0.0001415; \ -0.012876; \ -$
 $0.00012517; 0.0097256; \ 0.00010741; \ -0.0072513; \ -8.93e-05; \ 0.005307; \ 7.1811e-05; -$
 $0.0037959; \ -5.5796e-05; \ 0.0026488; \ 4.2002e-05; \ -0.001813; \ -3.1059e-05; 0.0012457;$
 $2.3461e-05; \ -0.00090977; \ -1.9565e-05; \ 0.00077182; \ 1.9574e-05];$

$\text{stem}(H);$

$F_s = 22050;$

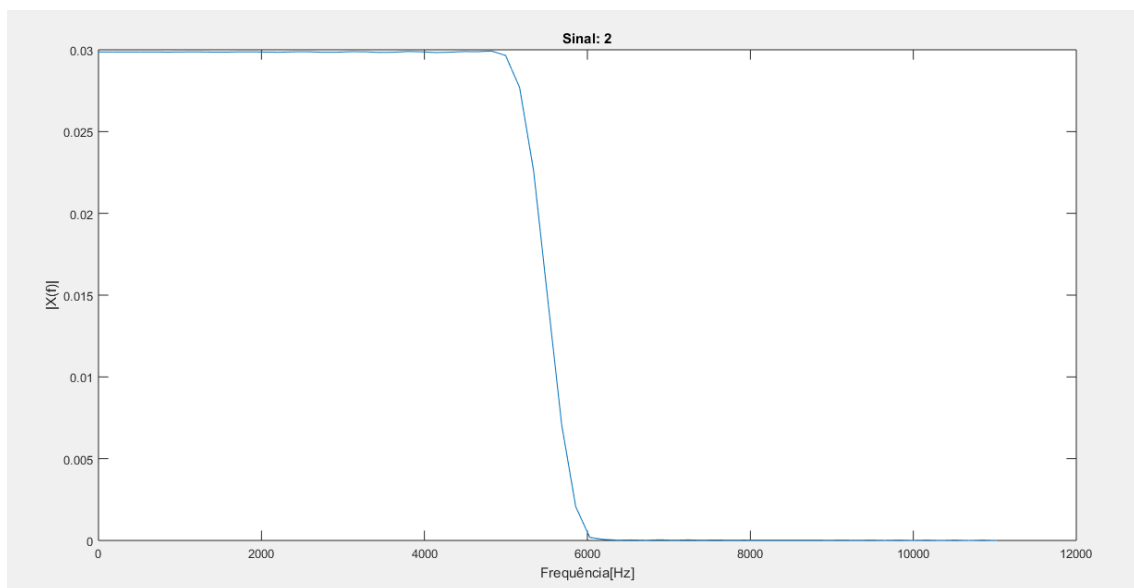
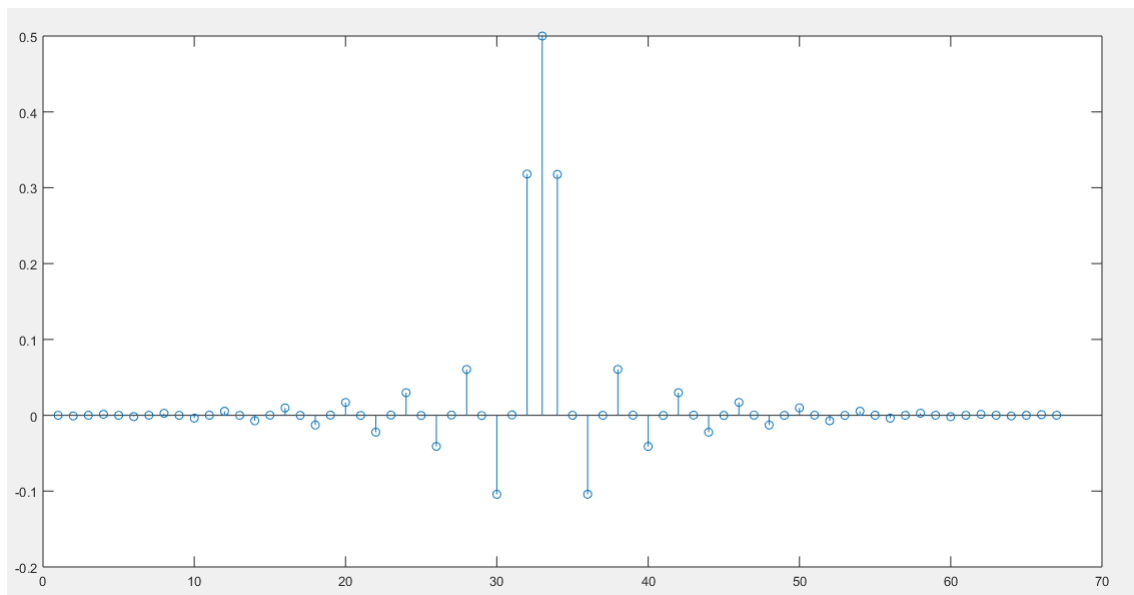
$L = \text{length}(H);$

$NFFT = 2^{\text{nextpow2}(L)};$

```

X= fft(H,NFFT)/L;
f = Fs/2*linspace(0,1,NFFT/2+1);
figure(2);
plot(f,2*abs(X(1:NFFT/2+1)))
title('Sinal: 2')
xlabel('Frequência[Hz]')
ylabel('|X(f)|')

```



Nota-se um filtro passa-baixa com frequência meia potência de 6000 Hz.

Filtragem na frequência:

```
H = [-2.2097e-05; -0.00090689; 2.6651e-05; 0.0012397; -3.5583e-05; -  
0.0018037;4.865e-05; 0.0026359; -6.5483e-05; -0.0037794; 8.5604e-05; 0.005287;-  
0.00010846; -0.0072278; 0.00013344; 0.0096989; -0.00015995; -0.012846;0.0001875;  
0.016904; -0.00021576; -0.022282; 0.00024485; 0.029756;-0.00027585; -0.041007;  
0.00031228;0.06043; -0.00036613; -0.10419;0.0004996; 0.3181; 0.5; 0.31751; 3.576e-  
06; -0.10417; -0.00012438;0.06045; 0.00015789; -0.041037; -0.00016692; 0.029789;  
0.00016442;-0.022315; -0.00015513; 0.016936; 0.0001415; -0.012876; -  
0.00012517;0.0097256; 0.00010741; -0.0072513; -8.93e-05; 0.005307; 7.1811e-05;-  
0.0037959; -5.5796e-05; 0.0026488; 4.2002e-05; -0.001813; -3.1059e-05;0.0012457;  
2.3461e-05; -0.00090977; -1.9565e-05; 0.00077182; 1.9574e-05];
```

```
[sinal2,Fs] = audioread('sinal 2.wav');
```

```
H = [H; zeros(110249,1)];
```

```
sinal2 = [sinal2; zeros(66,1)];
```

```
L1=length(H);
```

```
NFFT = 2^nextpow2(L1);
```

```
X1= fft(H,NFFT)/L1;
```

```
f1 = Fs/2*linspace(0,1,NFFT/2+1);
```

```
L2=length(sinal2);
```

```
NFFT = 2^nextpow2(L2);
```

```
X2= fft(sinal2,NFFT)/L2;
```

```
f2 = Fs/2*linspace(0,1,NFFT/2+1);
```

```
Z = X1.*X2;
```

```
f = Fs/2*linspace(0,1,NFFT/2+1);
```

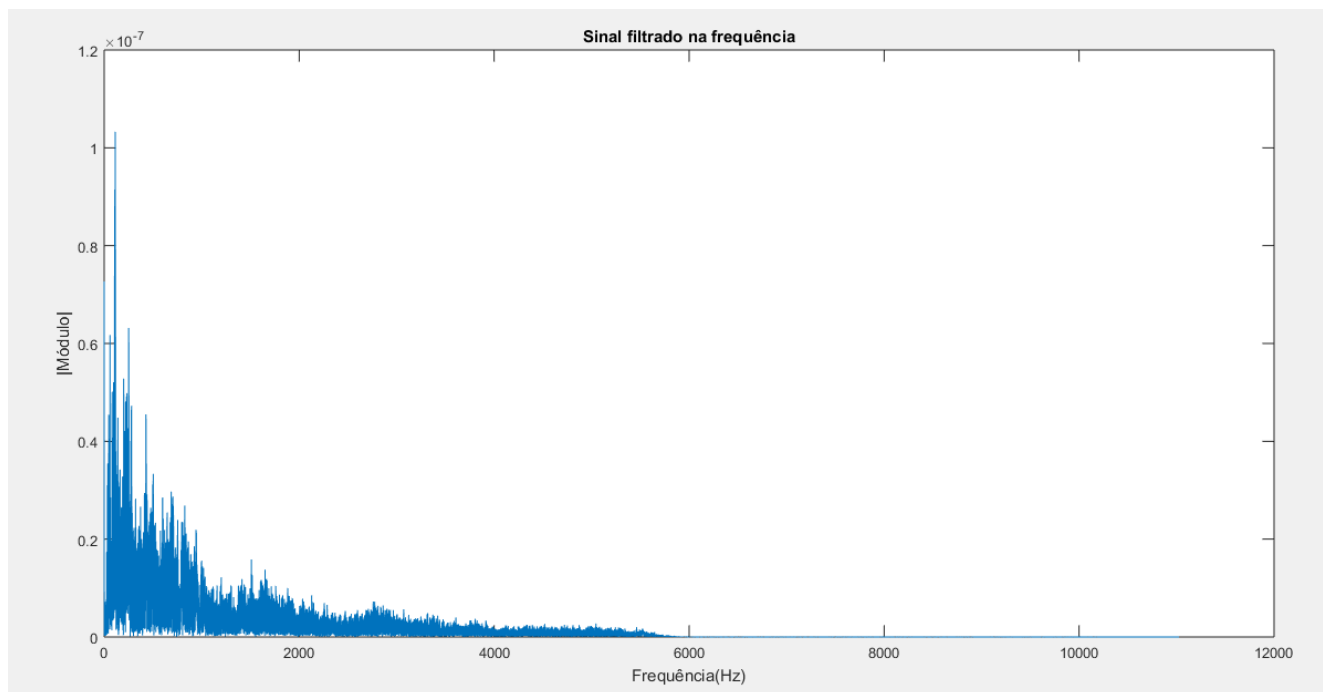
```
figure(3)
```

```
plot(f,2*abs(Z(1:NFFT/2+1)))
```

```
title('Sinal filtrado na frequência');
```

```
xlabel('Frequência(Hz)')
```

```
ylabel('|Módulo|')
```



Em relação aos sinais 1 e 2, da questão anterior feito a partir da transformada de Fourier, temos que o ruído foi eliminado no sinal com filtragem na frequência.