

Trabalho Prático 3 - Exercício 8
Análise e Processamento Digital de Sinal
(M3002)
1 de janeiro de 2021

Diogo Peralta Cordeiro

Eliseu Amaro

Data de Entrega: Janeiro 05, 2021

Conteúdo

1	Remover o ruído de fundo de Canto.mp3	1
1.1	Especificações de Magnitude	2
1.2	Filtro passa-alto	2
1.3	Butterworth de 2. ^a ordem	3
1.3.1	Frequências de filtro	3
1.4	Butterworth passa-banda	5
2	Assinatura única da espécie do pássaro	6
2.1	Felosa-comum	6
2.2	Pernilongo	6
2.3	Garça-real-europeia	7

O trabalho divide-se neste pdf de relatório e nos seguintes ficheiros:

- *DiogoEliseu_TP3_8_high_pass.m* - Aplica um filtro passa-alto
- *DiogoEliseu_TP3_8_butterworth.m* - Permite aplicar o Butterworth filter ou o Butterworth de 2.^a ordem (uma linha comentada)
- *DiogoEliseu_TP3_8_butterworth_2nd_order_filter.m* - Filtro Butterworth de 2.^a ordem
- *DiogoEliseu_TP3_8_butterworth_filter.m* - Filtro Butterworth
- *DiogoEliseu_TP3_8_spectogram.m* - Produz as análises das 3 aves (uma por figura)

1 Remover o ruído de fundo de Canto.mp3

Primeiro começamos por estudar a DFT e Ganho do sinal de áudio para uma melhor análise de como poderíamos filtrar o ruído.

```

1 %% Input
2 [y, Fs] = audioread("Canto1.mp3"); % Signal and Sampling Frequency
3 signal = y(:,1); % Discard second channel
4 Fn = Fs/2; % Nyquist Frequency (Hz)
5 L = length(signal); % Signal Length
6
7 %% Find the noise
8 dft_signal = fft(signal)./L; % Fourier Transform
9 Fv = linspace(0, 1, fix(L/2)+1)*Fn; % Frequency Vector

```

Observaram-se os seguintes gráficos:

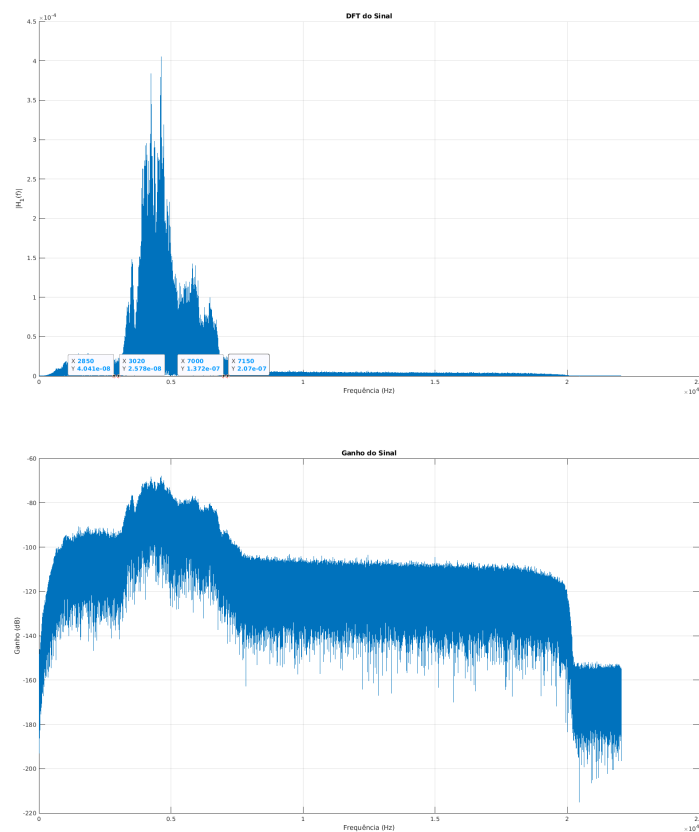


Figura 1: DFT e Ganho do sinal, assinalaram-se a vermelho as frequências que delimitam o canto

1.1 Especificações de Magnitude

Decidimos experimentar um filtro passa alto para a remoção do ruído, pelo que procedemos a uma análise da magnitude do sinal.

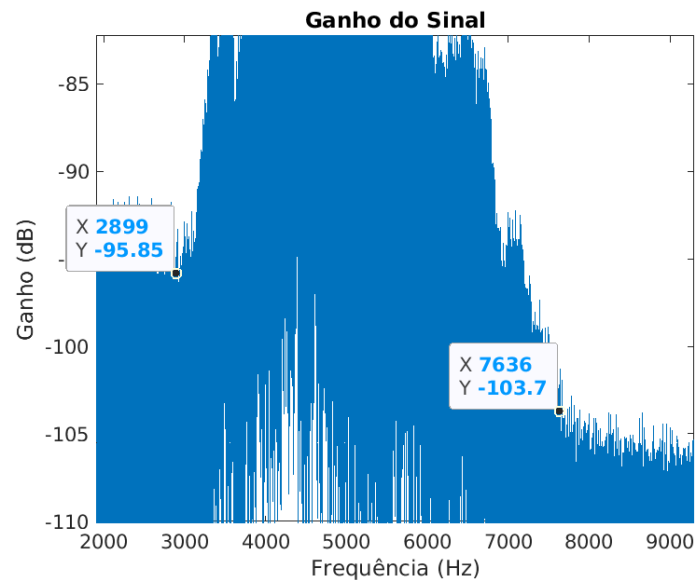


Figura 2: Amplitudes após período de atenuação de Fstop1 e antes de Fstop2, respectivamente

De forma a conhecer as bandas de interesse, recorreu-se à seguinte função:

$$A(f) = 10 \cdot \log_{10}(|H(f)|^2).$$

Foram então obtidos o primeiro e segundo limite de atenuação, estes foram delimitados tendo em conta que o piar do pássaro em questão teria magnitude superior ao ruído de fundo.

- Astop1: 96 dB;
- Astop2: 104 dB.

1.2 Filtro passa-alto

```

1 %% Compute the Magnitude in dB from Power
2 magnitude = 10.*log10(abs(dft_signal).^2); % power is squared, ...
   thus 10
3
4 %% High-pass Filter
5 not_to_cutoff_indices = magnitude > -96;
6 dft_filtered = not_to_cutoff_indices.*dft_signal;
7 magnitude_filtered = not_to_cutoff_indices.*magnitude;
8 signal_filtered = ifft(dft_filtered.*L);

```

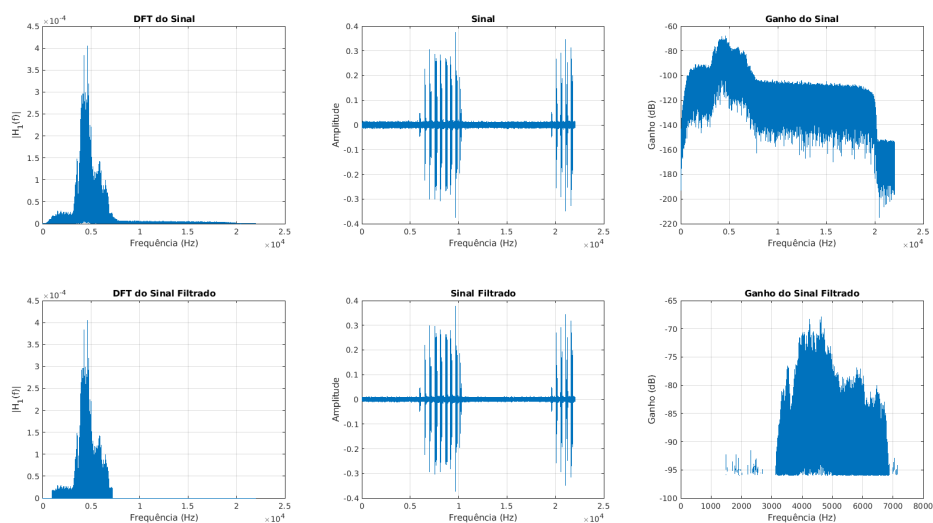


Figura 3: DFT, Sinal e Ganho do sinal original na primeira linha, e do filtrado por Passa-Alto na segunda

O áudio correspondente a este sinal filtrado está disponível com o nome *canto1_high_pass.flac*.

1.3 Butterworth de 2.^a ordem

Com o filtro passa-alto notamos que havia um desnível nas amplitudes que pretendíamos atenuar. Assim, concluímos que cortamos demasiadas bandas de sinal. Deste modo, com vista de maximizar a eficácia, decidiu-se aplicar um filtro de passa-banda.

Como no Butterworth não existem ripples, pareceu-nos ser uma escolha adequada para primeira experimentação com um filtro do tipo IIR, assim não foi necessário apurar um valor de Astop.

1.3.1 Frequências de filtro

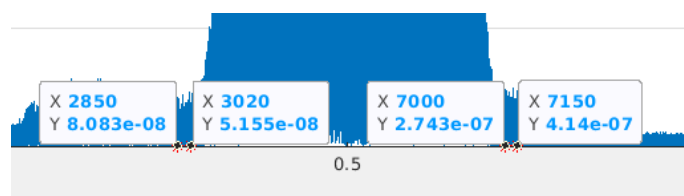


Figura 4: Fstop1, Fpass1, Fpass2, Fstop2

O áudio correspondente a este sinal filtrado está disponível com o nome *canto1_butterworth_2nd_order.flac*.

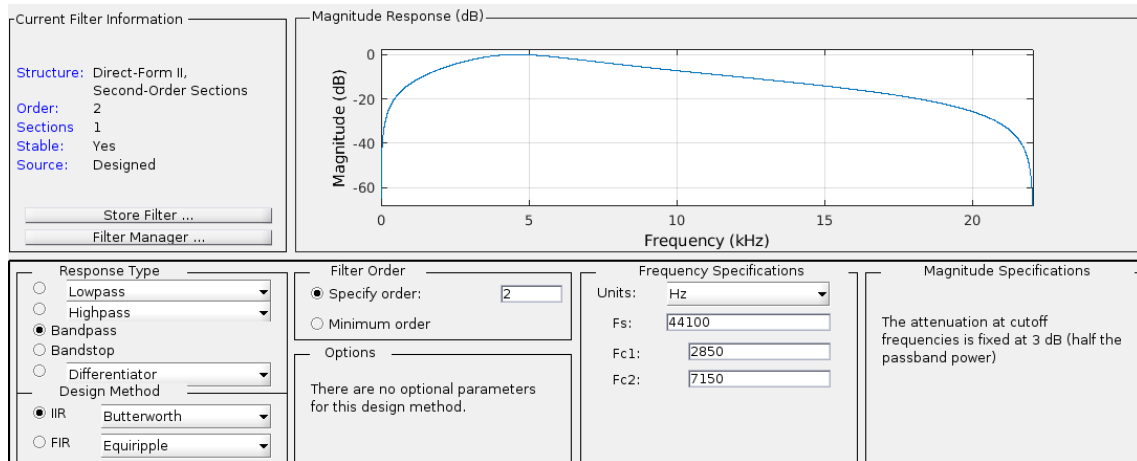


Figura 5: Resposta do Filtro à Magnitude em dB

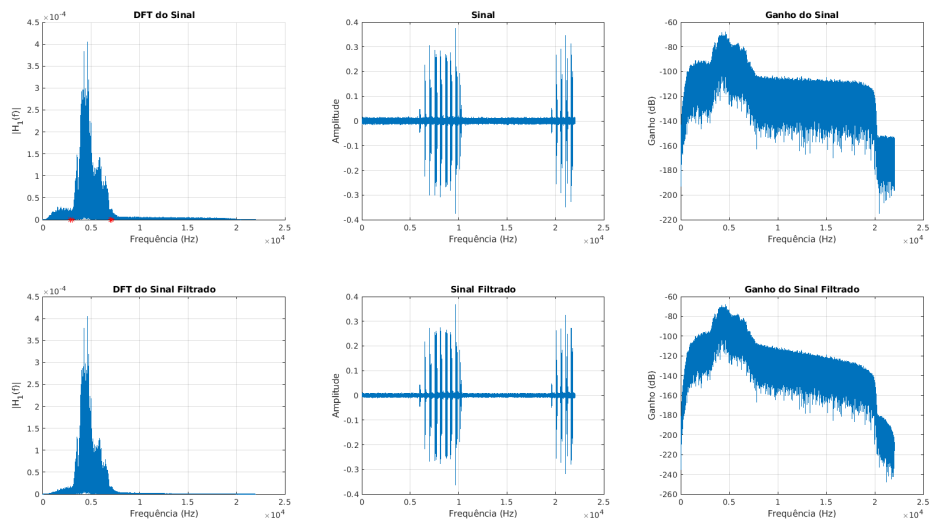


Figura 6: DFT, Sinal e Ganho do sinal original na primeira linha, e do filtrado por Passa-Alto de 2.^a ordem

1.4 Butterworth passa-banda

O filtro Butterworth passa-banda de segunda ordem revelou uma eficácia inferior ao passa-alta. Isto veio a contrariar expectativas, pelo que se procurou alcançar um filtro ideal onde se verificasse uma 'brick-wall' no Ganho do filtro.

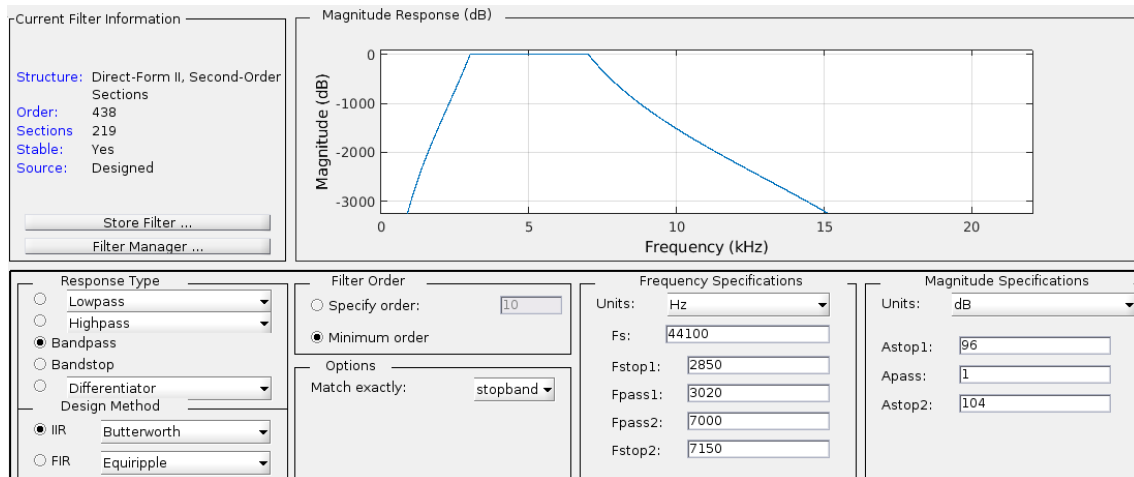


Figura 7: Resposta do Filtro à Magnitude em dB

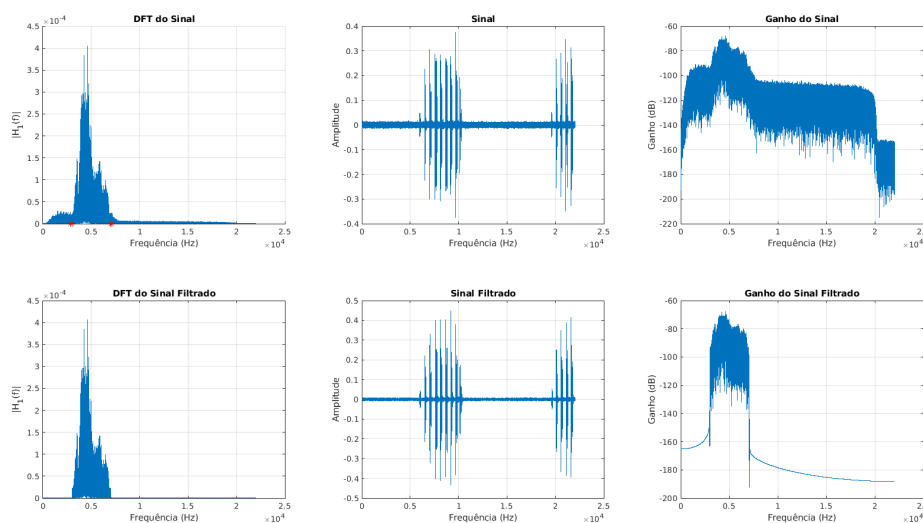


Figura 8: DFT, Sinal e Ganho do sinal original na primeira linha, e do filtrado por Butterworth na segunda

O áudio correspondente a este sinal filtrado está disponível com o nome *canto1_butterworth.flac*.

2 Assinatura única da espécie do pássaro

2.1 Felosa-comum

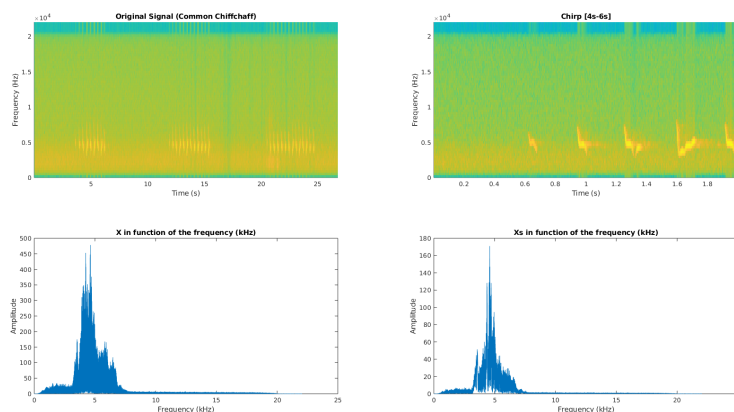


Figura 9: Espectrograma e amplitude em função da frequência do sinal e de um intervalo de canto da Felosa-Comum

A felosa-comum apresenta um piar com frequências no intervalo de 3.02 kHz a 7 kHz, tal como visto anteriormente na remoção de ruído do *Canto.mp3*. A amplitude deste atinge o seu máximo de 478.3 na banda dos 4.628 kHz.

O piar é distinguível pela sua curta duração, sendo que no corte de 4 a 6 segundos o máximo encontrado é de 0.134 segundos, por outro lado, a densidade espectral é delimitada a um intervalo bastante pequeno de frequências.

2.2 Pernilongo

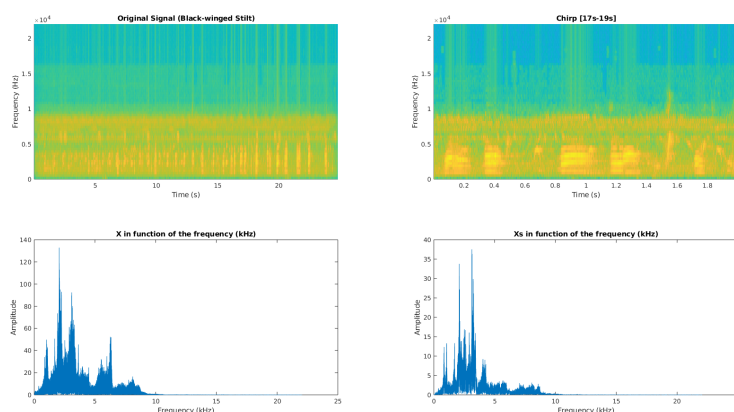


Figura 10: Espectrograma e amplitude em função da frequência do sinal e de um intervalo de canto do Pernilongo

O pernilongo em contraste à felosa-comum apresenta um cantar mais prolongado, o maior no intervalo de 17 a 19 segundos de 0.255 segundos.

A gravação tinha um maior ruído de fundo e apresentava muitas aves, porém apurámos que o intervalo de frequências era também maior, de 0.6 kHz a cerca de 8.8 kHz. A amplitude é maior nas frequências mais baixas deste intervalo, produzindo um cantar mais grave que o da felosa-comum. A amplitude máxima é de 132.9 na banda de 2.053 kHz.

2.3 Garça-real-europeia

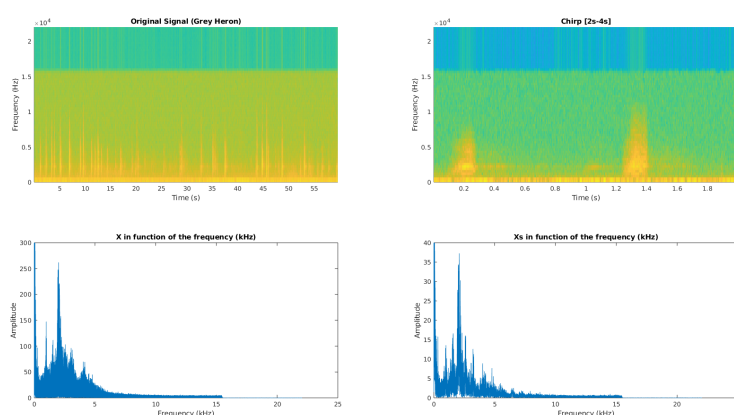


Figura 11: Espectrograma e amplitude em função da frequência do sinal e de um intervalo de canto da Garça-real-europeia

A gravação apresenta um artefacto estranho durante toda a sua duração, como é notável na faixa de 0 a 0.00689 KHz do espectrograma.

É de logo notável que a garça-real-europeia detém um cantar de frequências baixas e intervalos curtos. Possivelmente uma gravação mais limpa que a do pernilongo mas o contraste do piar aqui é mais claro.

Durante toda a gravação, desconsiderando o artefacto, a amplitude máxima alcançada foi aos 2.012kHz de 262. No intervalo dos 17 aos 19 khz atingiu-se uma amplitude máxima de 37.26 na banda dos 2.088 kHz

A densidade espectral desta ave, ao contrário das anteriores, é relativamente dispersa por um maior intervalo de frequências.