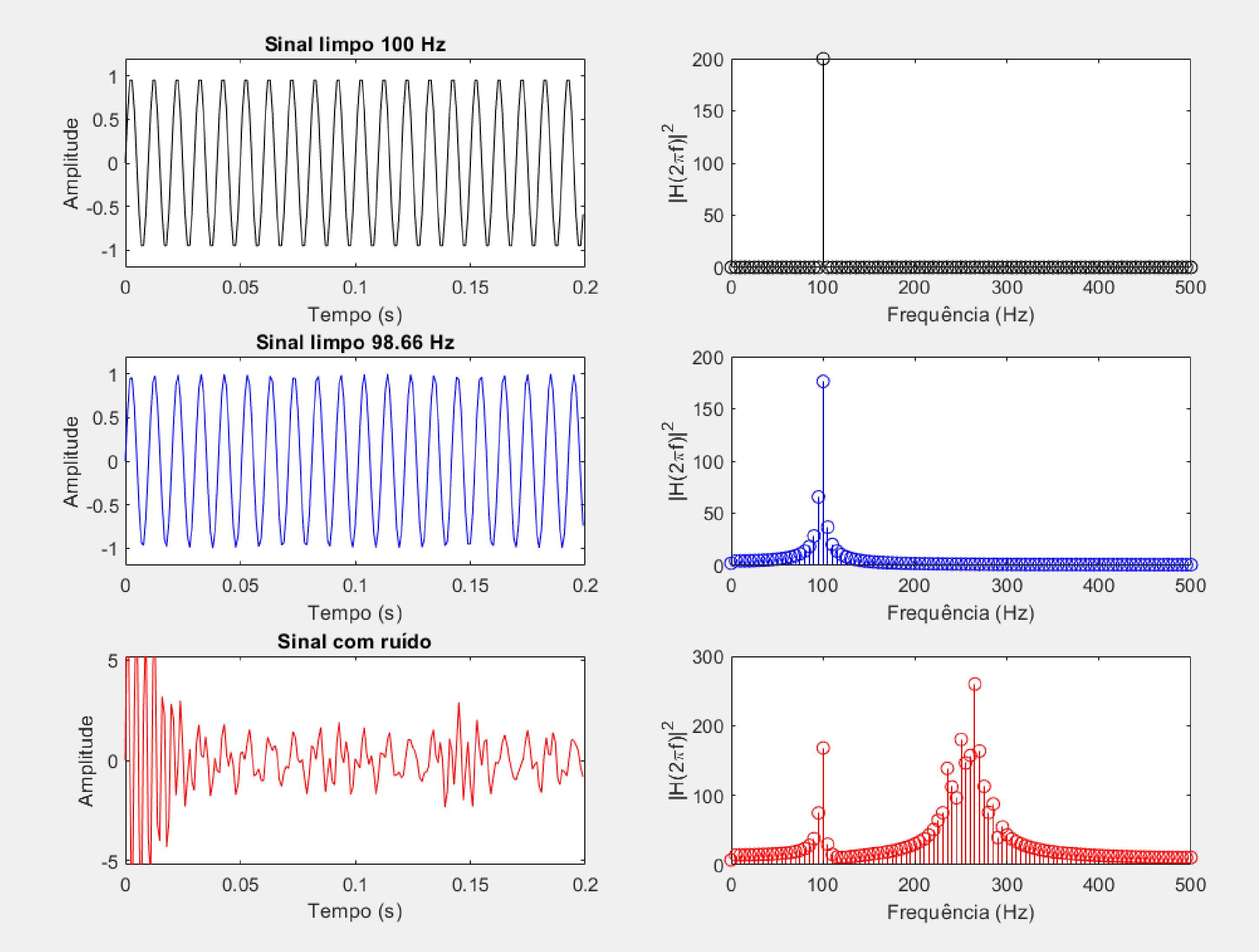
PROJETO DE FILTROS

PROCESSAMENTO DIGITAL DE SINAIS (PDS)

PROF. DR. DANIEL PRADO DE CAMPOS

PROBLEMA: SINAL COM RUÍDO

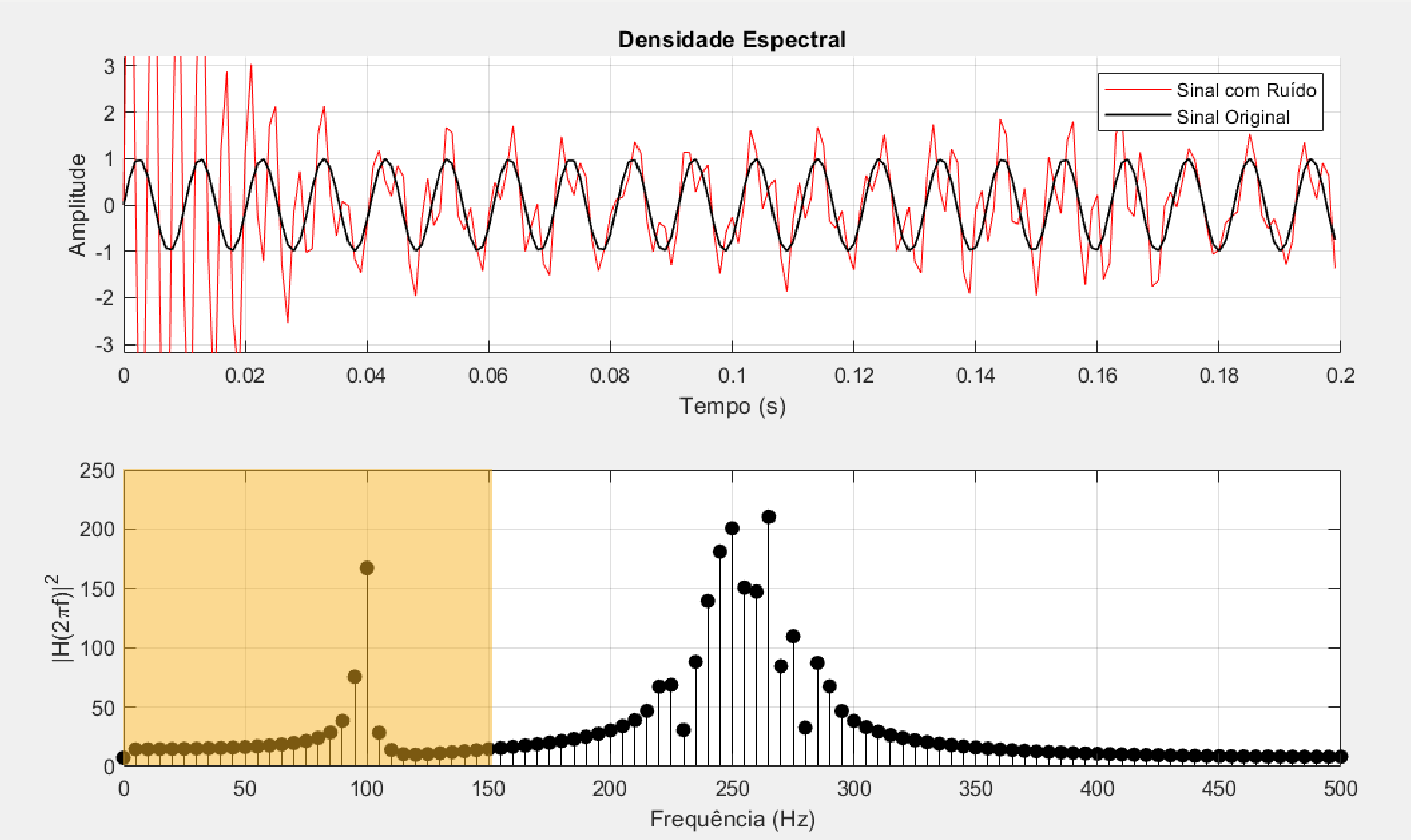
- Fs = 1000 Hz



FILTRO FIR

PROJETO POR JANELAMENTO

PASSO 1:
DEFINIR FREQUÊNCIA DE CORTE



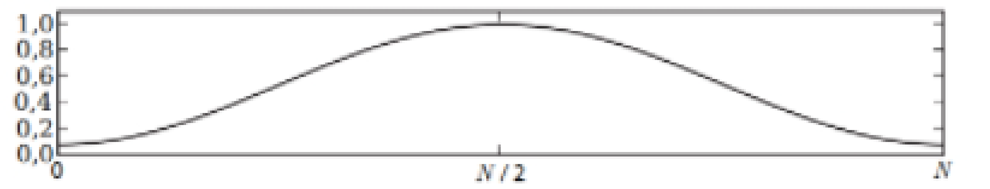
- Fc = 150 Hz

PASSO 2: ESCOLHER UMA JANELA

Janela	Amplitude do pico lateral	Lóbulo principal	Faixa de transição ($\Delta\omega$)	Atenuação mínima
Retangular	–13 dB	$2\pi/N$	$0{,}91\pi/N$	–21 dB
Triangular	–25 dB	$4\pi/N$	$1{,}19\pi/N$	–25 dB
Hanning	–31 dB	$4\pi/N$	$2{,}51\pi/N$	–44 dB
Hamming	–41 dB	$4\pi/N$	$3{,}14\pi/N$	–53 dB
Blackman	–57 dB	$6\pi/N$	$4{,}60\pi/N$	–74 dB

- Janela de Hamming

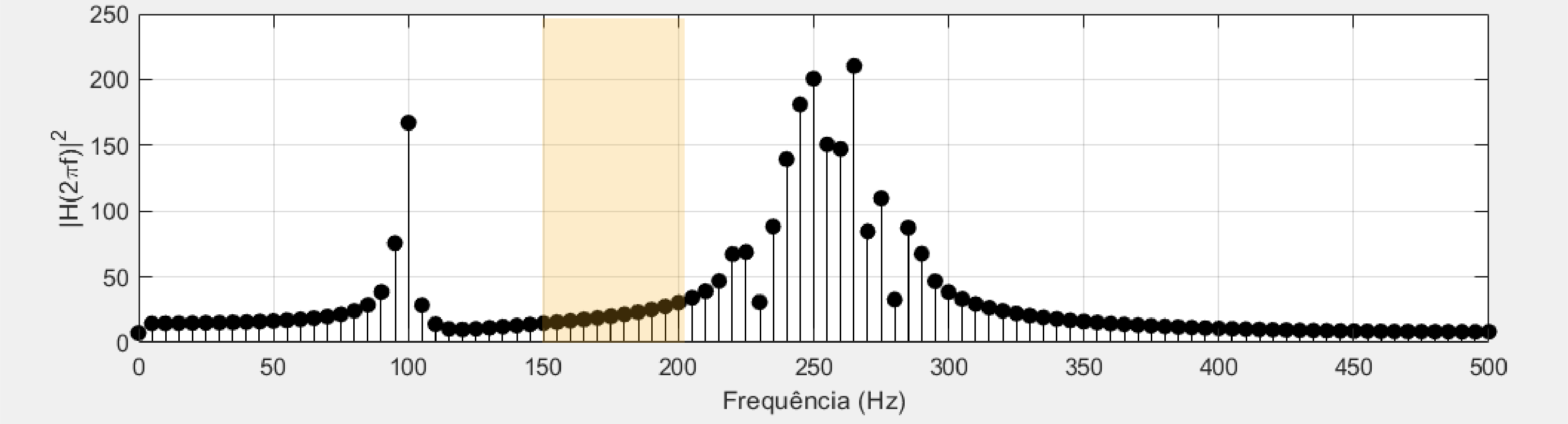
$$w[n] = \begin{cases} 0{,}54 - 0{,}46\cos\dfrac{2\pi n}{N-1}, & \text{se } 0 \le n < N \\ 0, & \text{fora do intervalo} \end{cases}$$



PASSO 3: ESCOLHER FAIXA DE TRANSIÇÃO OU LÓBULO PRINCIPAL

Janela	Amplitude do pico lateral	Lóbulo principal	Faixa de transição ($\Delta\omega$)	Atenuação mínima
Hamming	–41 dB	$4\pi/N$	$3{,}14\pi/N$	–53 dB

- Δf =50 Hz



PASSO 4: DEFINIR TAMANHO DE JANELA

Janela	Amplitude do pico lateral	Lóbulo principal	Faixa de transição ($\Delta\omega$)	Atenuação mínima
Hamming	–41 dB	$4\pi/N$	$3,14\pi/N$	–53 dB

- $\Delta\omega = 3,14\pi/N$
- $N = 3,14\pi/\Delta\omega$
- Para filtro ser simétrico:
  - $N = 2*M+1$
  - $M = (N-1)/2$

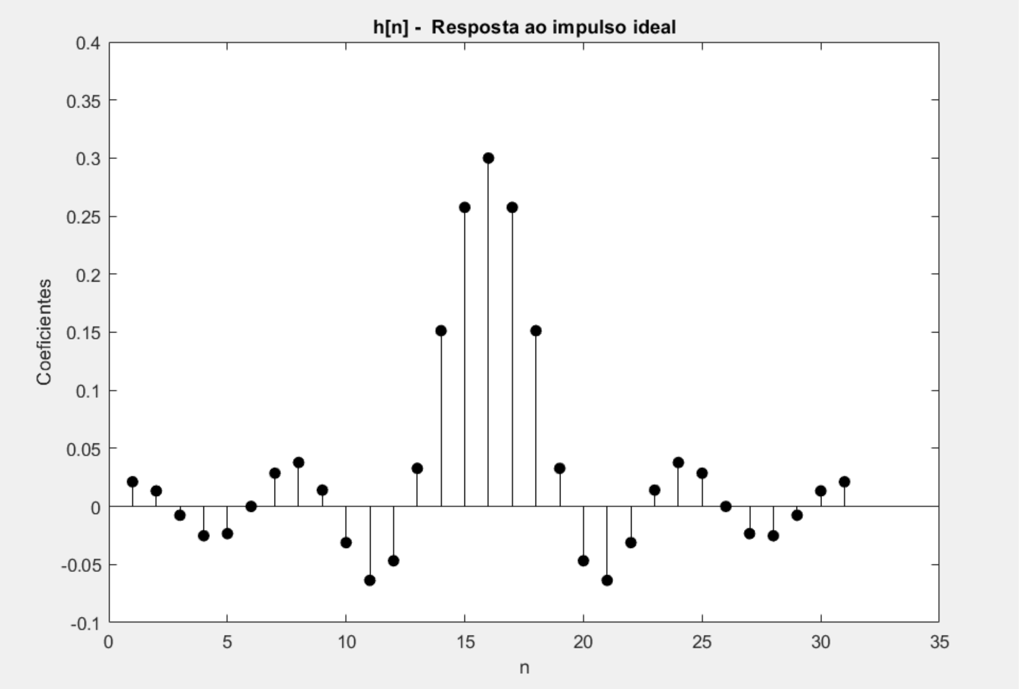
PASSO 5: CONSTRUIR FILTRO IDEAL

Janela	Amplitude do pico lateral	Lóbulo principal	Faixa de transição ($\Delta\omega$)	Atenuação mínima
Hamming	–41 dB	$4\pi/N$	$3{,}14\pi/N$	–53 dB

- Filtro Ideal

$$h(t) = \frac{\sin(\omega_c t)}{\pi t}$$

- Usar frequência de corte escolhida e truncar no número de amostras calculado (N).

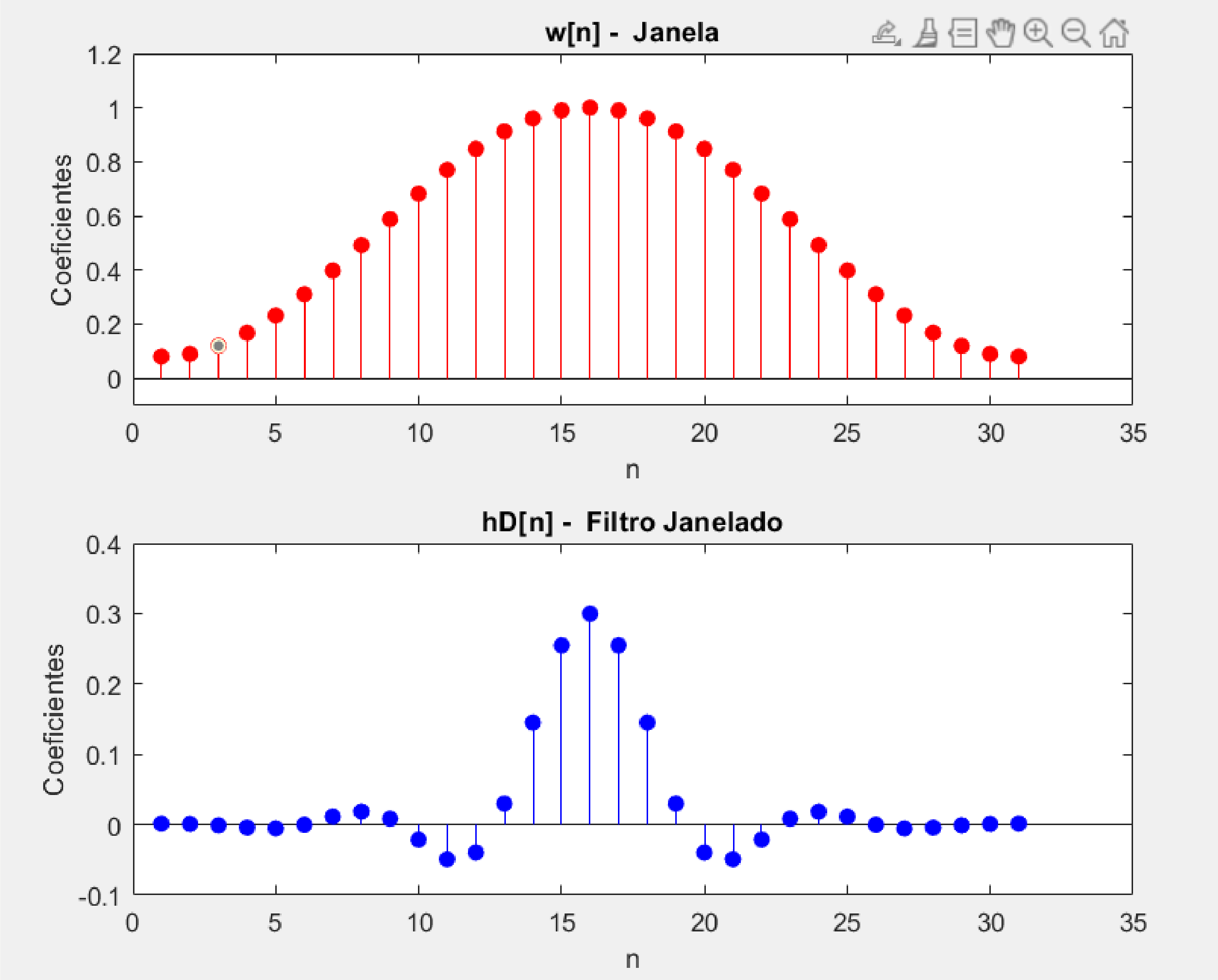


PASSO 6: JANELAR FILTRO IDEAL

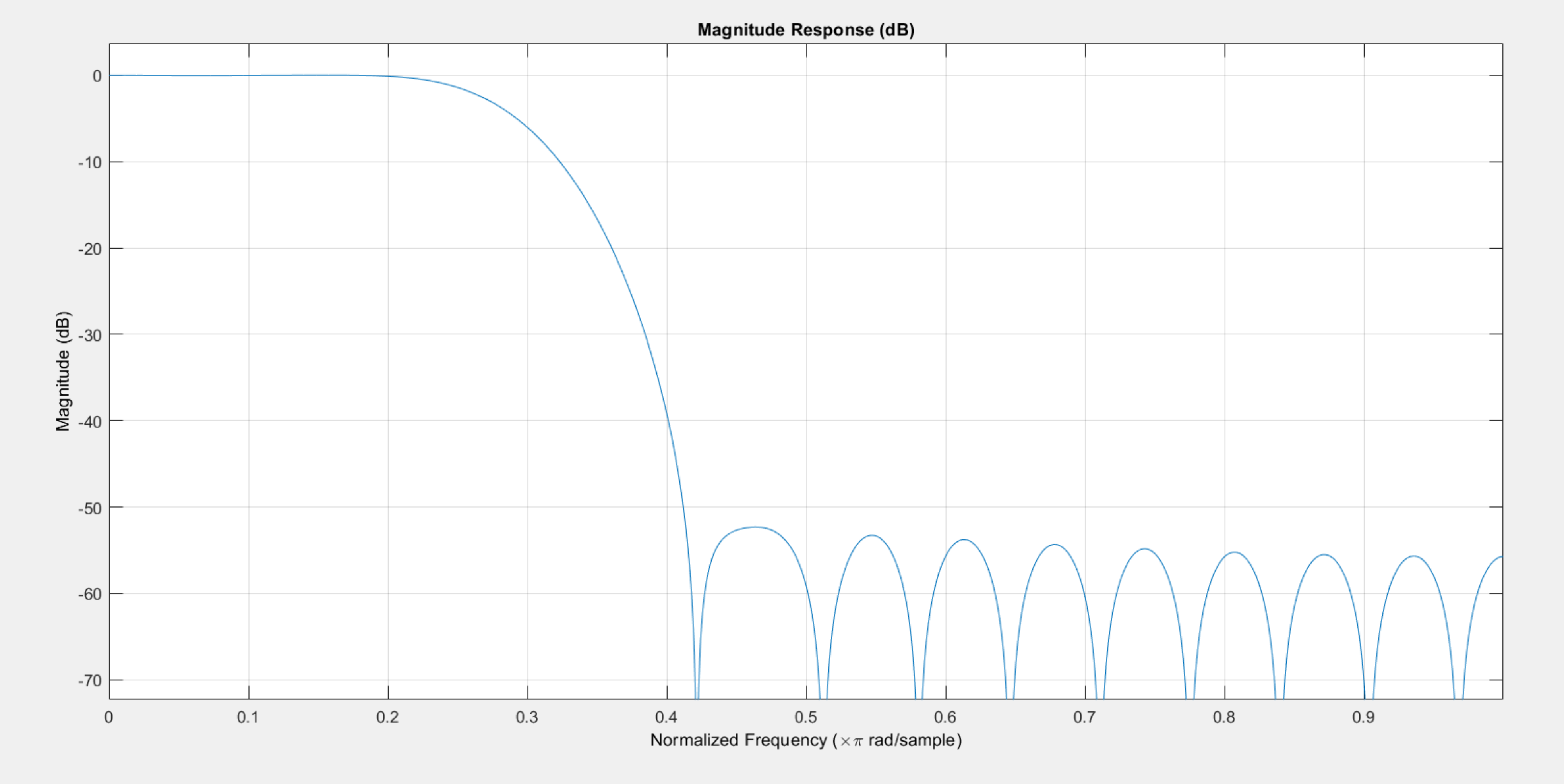
- O filtro pode ser implementado por:

$$h[n] = h_D[n]w[n]$$

- $h_D[n]$: resposta do filtro ideal (deslocado)

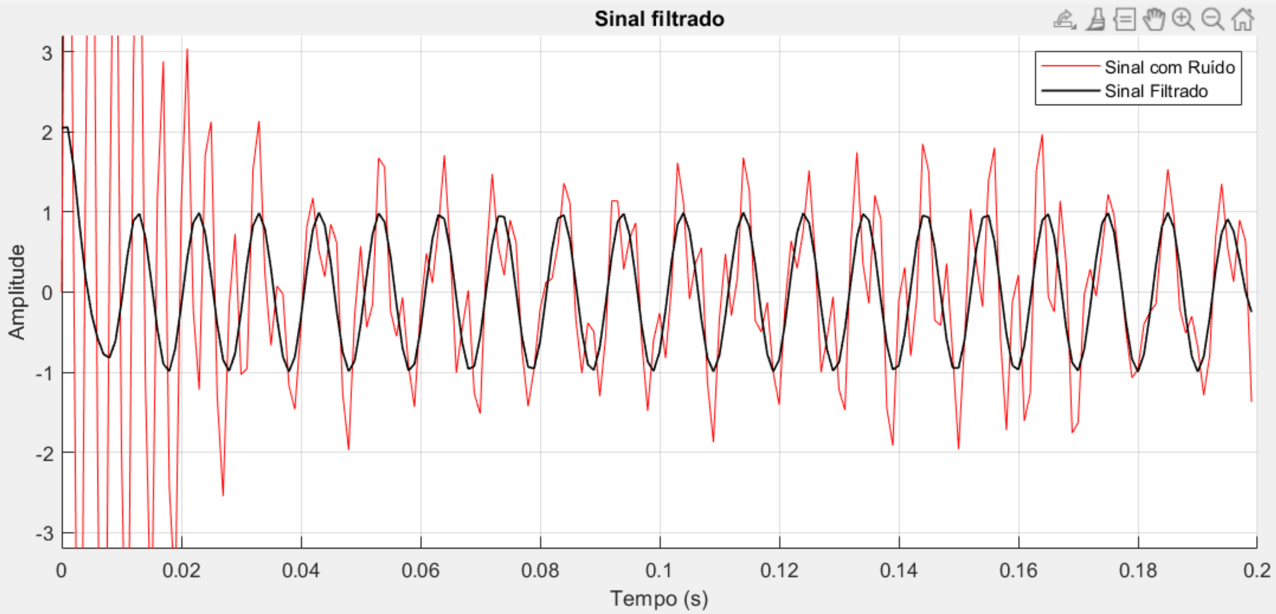


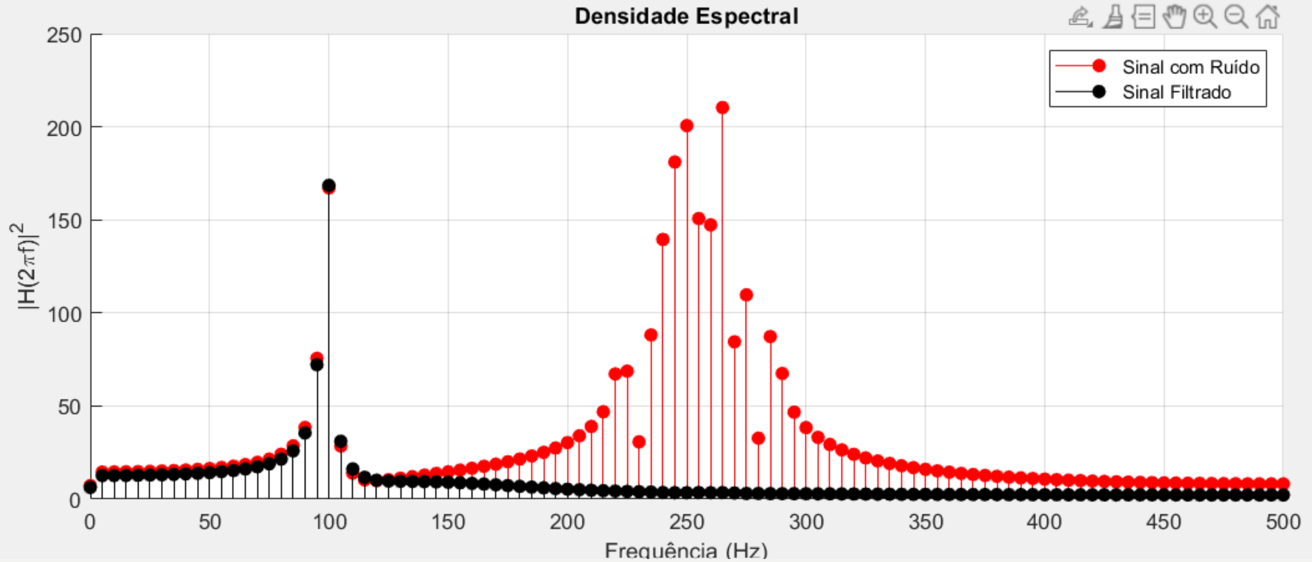
PASSO 7: VISUALIZAR O FILTRO



PASSO 7: APLICAR O FILTRO

Pode aplicar por convolução ou pela função filtfilt

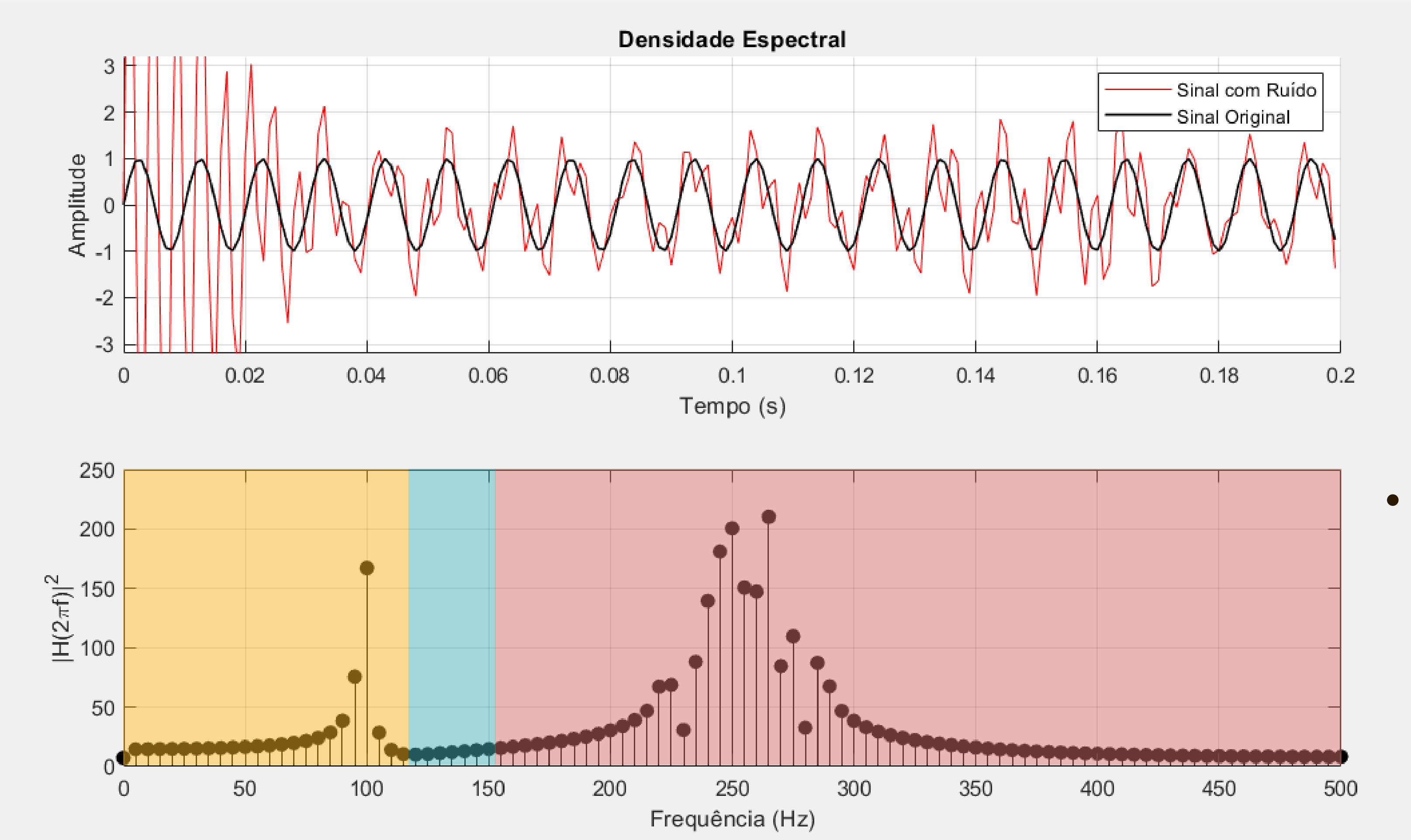




FILTRO IIR

PROJETO POR FUNÇÃO DE APROXIMAÇÃO

PASSO 1: ESPECIFICAR FILTRO



- Fp, Fs, Ripple?

PASSO 2: DEFINIR ORDEM E OBTER POLINÔMIO (ESCOLHER FUNÇÃO)

```
Wp = 120/(fs/2);
Ws = 150/(fs/2);
Rs = 20;
Rp = 1;

[N, Wn] = buttord(Wp, Ws, Rp, Rs)
[B,A] = butter(N,Wn);

fvtool(B,A)
```

PASSO 3: APLICAR FILTRO

```
Wp = 120/(fs/2);
Ws = 150/(fs/2);
Rs = 20;
Rp = 1;

[N, Wn] = buttord(Wp, Ws, Rp, Rs)
[B,A] = butter(N,Wn);

fvtool(B,A)
```

PASSO 3: APLICAR FILTRO

```
x_filt = filtfilt(B,A,x3);
```