

# Atividade Prática 4

Leandro Martins Tosta

26 de junho de 2023

## 1 Resumo

O presente relatório apresenta um estudo sobre o processamento de áudio utilizando filtros digitais IIR e FIR no MATLAB. São abordados conceitos sobre os filtros, sua implementação e aplicação em um sinal de áudio gravado, com foco na remoção de ruídos e realce de frequências. Os resultados mostram a eficácia dos filtros e sua importância no processamento de áudio.

## 2 Requisitos do Projeto

1. O sistema deve permitir importar o sinal de áudio a ser processado.
2. Projetar o filtro IIR e FIR utilizando os parâmetros especificados, como a ordem do filtro e os coeficientes do filtro.
3. Aplicar o filtro IIR e FIR ao sinal de áudio para obter o sinal filtrado, sem o ruído.
4. Comparar os resultados dos filtros IIR e FIR, analisando a qualidade do corte de frequência e a preservação do sinal de áudio.
5. Plotar o espectro de frequência do sinal original e do sinal filtrado para observar as mudanças. Além disso, comparar a mudança de amplitude do áudio com ruído e filtrado no tempo.

## 3 Métodos e Técnicas

### 3.1 Projetando filtro IIR

O código 1 implementa um filtro IIR (Infinite Impulse Response) do tipo Butterworth para eliminar uma faixa de frequência indesejada em um sinal de áudio. A frequência de corte é definida como 1542 Hz a 1650 Hz, especificando a faixa que se deseja remover. A ordem do filtro é determinada como 2, com base em testes de desempenho. O filtro é aplicado ao sinal de áudio utilizando a função `filtfilt()`, que realiza uma filtragem causal bidirecional para minimizar a distorção de fase. O sinal filtrado é armazenado na variável `y_iir`. A aplicação do filtro IIR ajuda a remover a frequência de ruído indesejada, resultando em um sinal de áudio mais limpo e com menos interferências na faixa de frequência especificada.

Listing 1: Mobilidev e Gravação

```
% Frequencia de Nyquist
fN = FS/2;
% Frequencia de corte
fstop = [1542 1650];
% Ordem do filtro
```

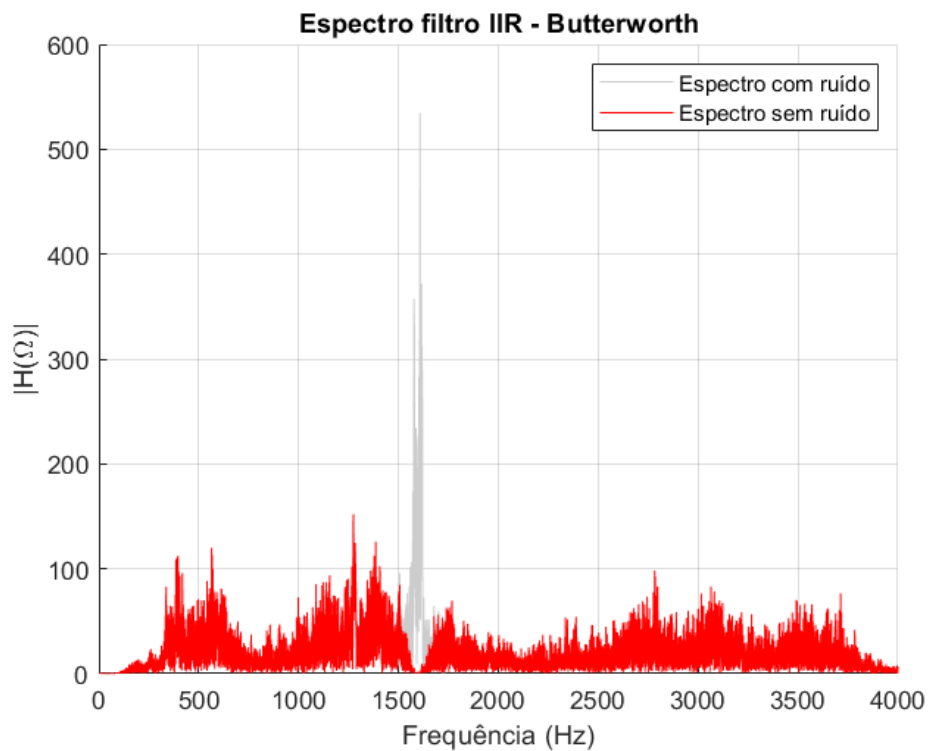
```
order = 2;

% Filtro butterworth
[b,a] = butter(order, fstop/fN, 'stop');

% Aplicando o filtro ao audio
y_iir = filtfilt(b, a, Y);
```

A seguir, apresentamos no gráfico 1 a comparação do espectro entre o áudio original e o filtrado, mostrando a variação da frequência, fornecendo uma representação visual da forma espectral do áudio capturado.

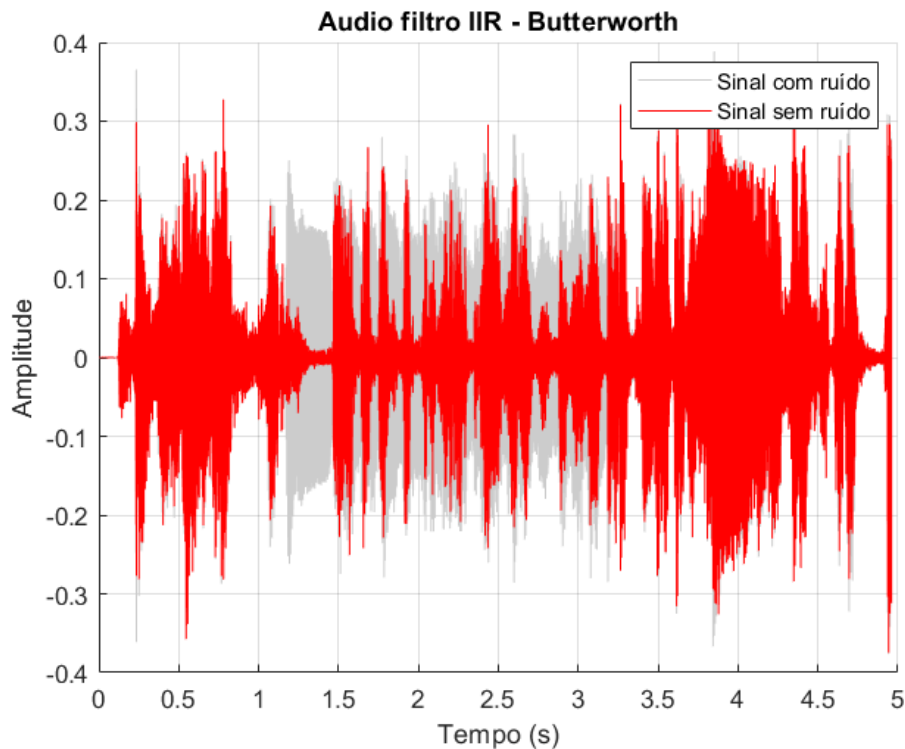
Figura 1: Visualização do espectro



Fonte: Autoria própria.

No gráfico 2 é realizado o comparativo entre o sinal de áudio original e o sinal filtrado no domínio do tempo. O sinal original, que continha uma faixa de frequência indesejada. A remoção da faixa de frequência indesejada resultou em um sinal mais limpo e com menos interferências.

Figura 2: Visualização do áudio no tempo



Fonte: Autoria própria.

### 3.2 Projetando filtro FIR

Nesta etapa, foi implementado um filtro FIR (Finite Impulse Response) para a remoção de uma faixa de frequência indesejada em um sinal de áudio. O filtro FIR é projetado utilizando o método de janela de Kaiser, que permite a especificação precisa da resposta em frequência desejada. Essa etapa do código resulta no sinal filtrado `y_fir`, que representa o sinal de áudio com a faixa de frequência indesejada removida. O filtro FIR projetado é eficaz na supressão de frequências específicas do sinal de áudio, resultando em uma melhoria perceptível na qualidade sonora e na redução de interferências indesejadas.

Listing 2: Análise da frequência usando Transformada de Fourier

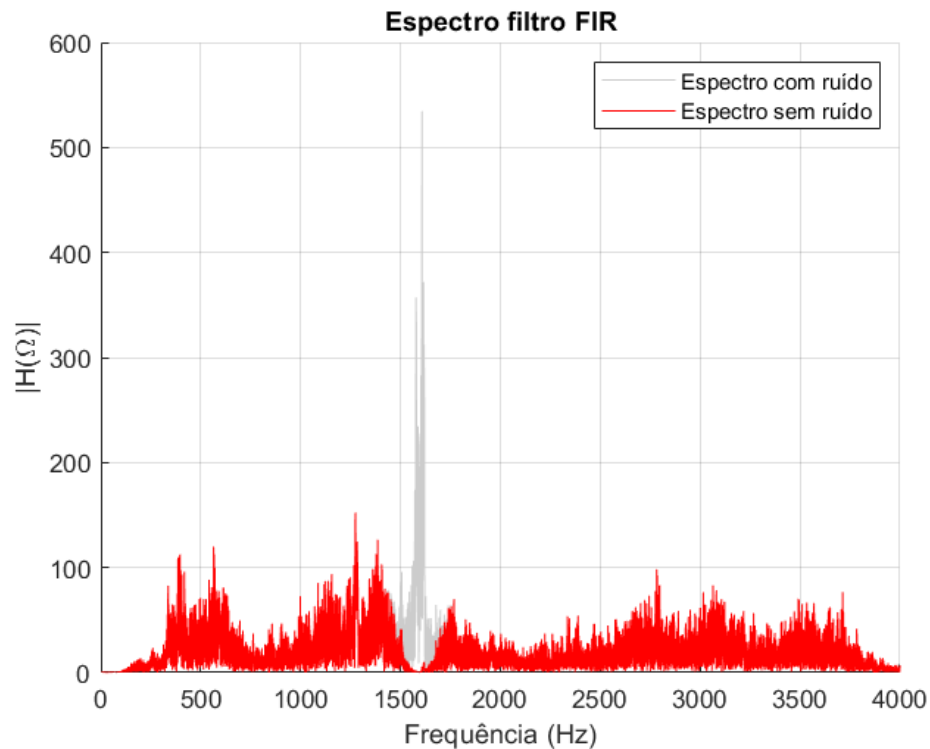
```
% Frequencia de Nyquist
fN = FS/2;
% Frequencia de corte
fstop = [1500 1680];
a = [1 0];
dev = [0.001 0.1];

% Encontrar a ordem
[n,Wn,beta,ftype] = kaiserord(fstop,a,dev,FS);

w = window(@hamming, n+1);
b = fir1(n,fstop/fN,'stop',w);
y_fir = conv(Y,b,'same');
```

A seguir, apresentamos no gráfico 3 a comparação do espectro entre o áudio original e o filtrado, mostrando a variação da frequência, fornecendo uma representação visual da forma espectral do áudio capturado.

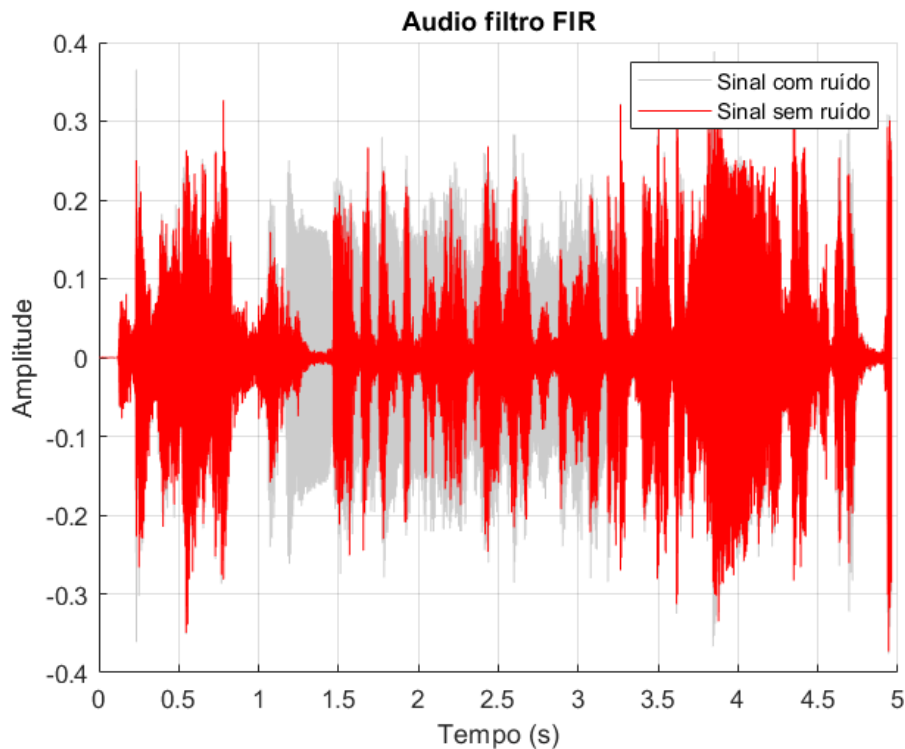
Figura 3: Visualização do espectro



Fonte: Autoria própria.

No gráfico 4 é realizado o comparativo entre o sinal de áudio original e o sinal filtrado no domínio do tempo. O sinal original, que continha uma faixa de frequência indesejada. A remoção da faixa de frequência indesejada resultou em um sinal mais limpo e com menos interferências.

Figura 4: Visualização do áudio no tempo



Fonte: Autoria própria.

## 4 Resultados e Considerações

Ao analisar os resultados, verificamos que ambos os filtros foram eficazes na redução das frequências indesejadas, resultando em um sinal de áudio mais limpo e com menos interferências. O filtro IIR do tipo Butterworth foi capaz de eliminar uma faixa de frequência específica, enquanto o filtro FIR projetado com a janela de Kaiser proporcionaram uma supressão eficaz das frequências indesejadas. Os resultados obtidos demonstram o sucesso do processamento de áudio realizado pelos filtros, atendendo aos objetivos de remover o ruído e melhorar a qualidade sonora do sinal.