

# Projeto 3

## MC920 - Introdução ao Processamento de Imagem Digital

Caio Augusto Alves Nolasco - RA:195181

### 1. Introdução e especificação do problema

O objetivo do trabalho 3 é aplicar em uma imagem a transformada rápida de Fourier, passando os dados contidos no arquivo do campo espacial para o campo da frequência. Obtido o espectro de frequência pela transformada, os dados são centralizados e submetidos a três diferentes filtros, representados por imagens que zeram determinados valores do espectro dependendo do caráter da filtragem e de um valor dado que representa o limiar da distância ao centro para pixels afetados. Os filtros aplicados são: passa-baixa, passa-alta e passa-banda. Também é realizada a compressão da imagem, zerando valores de cinza para que são menores do que um valor limite determinado.

### 2. Pressupostos e decisões de design

O programa em Python recebe uma imagem de entrada para poder realizar a aplicação dos filtros e a transformada. Sobre essa imagem são feitos os seguintes pressupostos:

- A imagem é monocromática;
- A imagem está salva no disco do computador que executa o código;
- A profundidade da imagem é igual a 1;
- A imagem está em formato '.png';
- O local de origem do arquivo é dado pelo usuário;
- O local de destino das imagens processadas é dado pelo usuário;
- Os valores do raio dos filtros passa-baixa e passa-alta são dados pelo usuário;
- Os valores dos raios interiores e exteriores para o filtro passa-banda são dados pelo usuário;
- O valor limiar para a compressão da imagem é dado pelo usuário;
- As imagens resultantes são salvas em formato '.png'.

### 3. Saída

O programa retorna as seguintes imagens: o espectro centralizado resultante da transformada de Fourier ('centralized\_spectrum.png'), e a imagem resultante da inversa da transformada sobre esse espectro ('inversed\_fourier.png'). Para cada filtro, são salvas imagens do núcleo resultante da aplicação do filtro gerado com raio R sobre o espectro centralizado ('lower\_pass\_center\_R.png', 'high\_pass\_center\_R.png' e 'pass\_band\_center\_R1\_R2.png'). Aplicados os filtros, são salvas as imagens resultantes,

com 'R' representando o raio usado ('low\_pass\_processed\_image\_R.png', 'high\_pass\_processed\_image\_R.png', 'pass\_band\_processed\_image\_R1\_R2.png'). A imagem comprimida também é salva ('compressed\_image.png').

#### 4. Padrões de implementação

A transformada rápida de Fourier é realizada por meio das funções 'fft' da biblioteca Numpy. Primeiro, a função 'np.fft.fft2()' abstrai o espectro de frequência da imagem. A função 'np.fft.fftshift()' centraliza os resultados. A inversão da transformada também é feita por Numpy, via 'np.fft.ifft2()'.

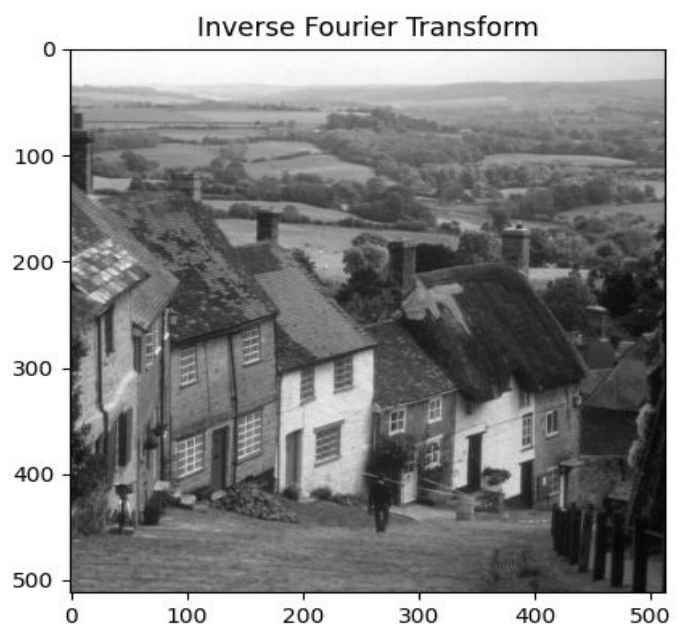
Os filtros são construídos a partir de cópias do espectro centralizado, e para cada ponto do filtro é calculada a distância Euclidiana do ponto até o centro, por meio da biblioteca SciPy. Caso a distância se enquadre nos padrões ditados pelo filtro, o valor do ponto no filtro é setado para 1, caso contrário, é zerado.

O espectro centralizado então é multiplicado membro a membro pelo filtro, e o resultado é descentralizado e invertido para se obter a imagem processada, usando as funções 'np.fft.ifftshift()' e 'np.fft.ifft2()' respectivamente.

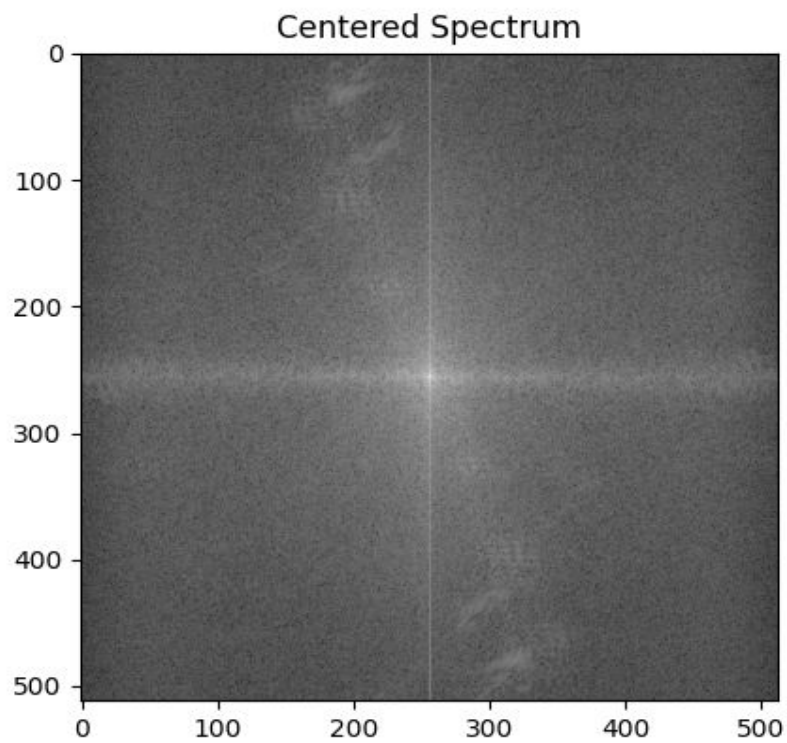
#### 5. Resultados da FFT



a) Imagem original



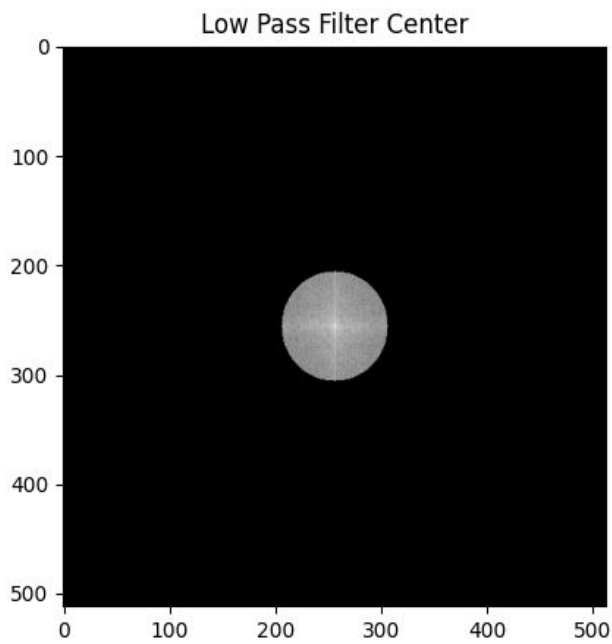
b) Inversa da transformada



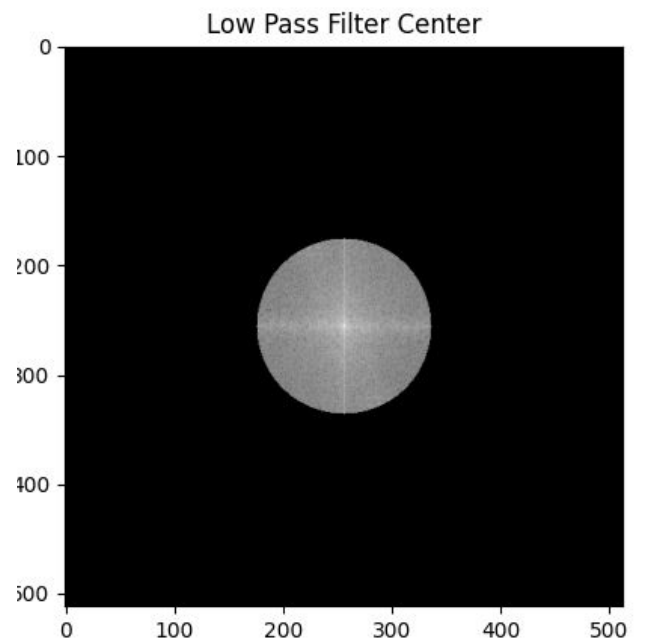
c) Espectro Centralizado

A imagem a) representa a imagem original usada para testes do programa. A imagem c) é o espectro obtido da transformada de Fourier, com os resultados centralizados. A imagem b) é a inversa da transformada sobre o espectro, sem nenhuma outra alteração sobre a imagem original a).

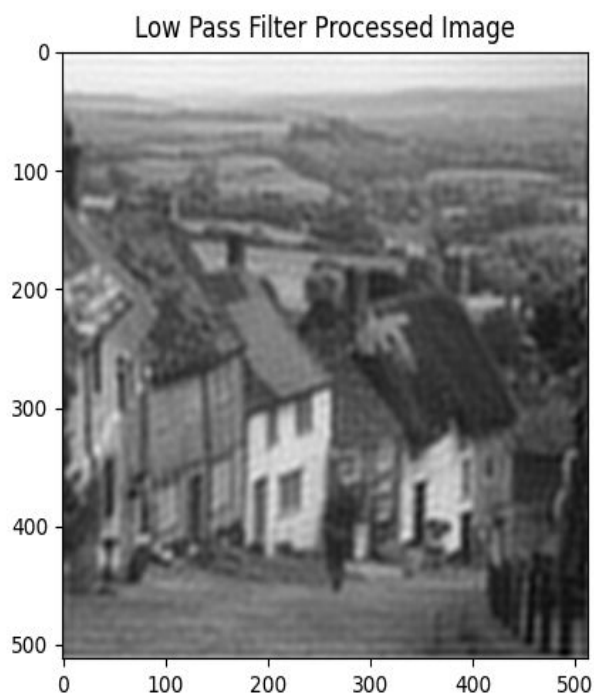
## 6. Filtro passa-baixa



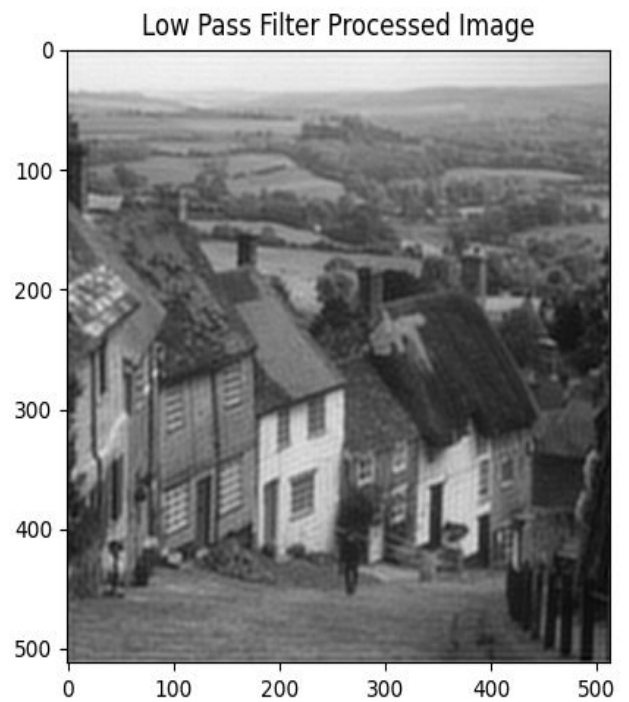
a) Filtro centralizado R=50



b) Filtro centralizado R=80



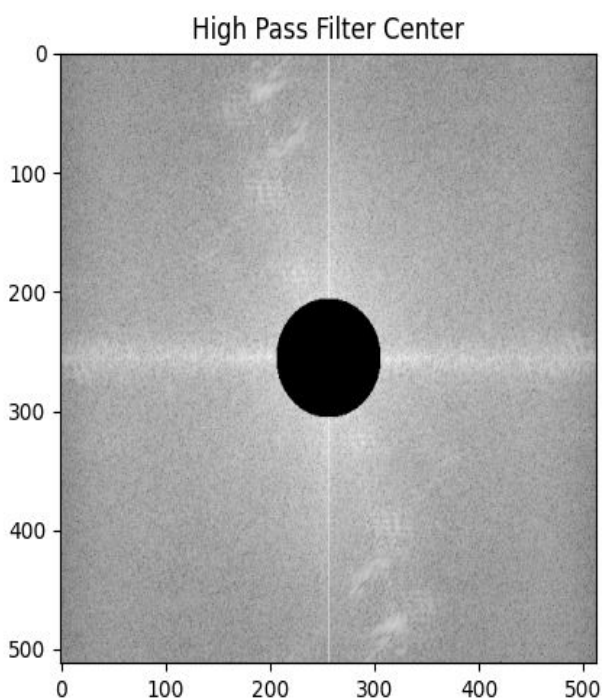
c) Imagem processada R=50



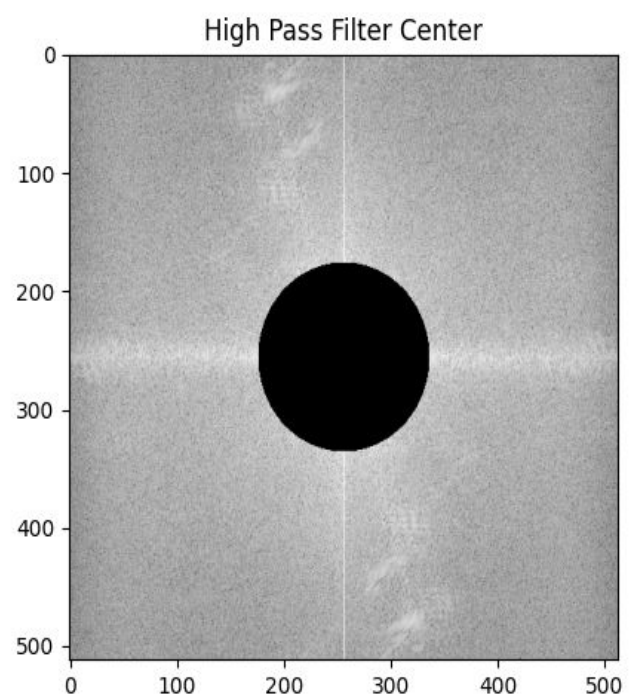
d) Imagem processada R=80

As imagens a) e b) representam os produtos dos filtros criados com o espectro centralizado, para valores de distância máxima ao centro iguais a 50 e 80 unidades de pixels, respectivamente. As imagens c) e d) representam o imagem resultante da transformada inversa após a aplicação do filtro. Como é possível ver, um valor menor de R resulta em uma imagem mais suavizada, com um número maior de valores de frequência filtrados.

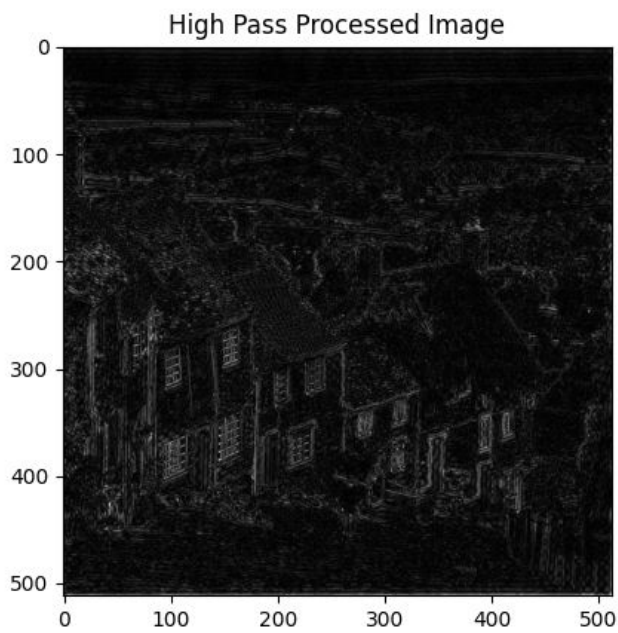
## 7. Filtro passa-alta



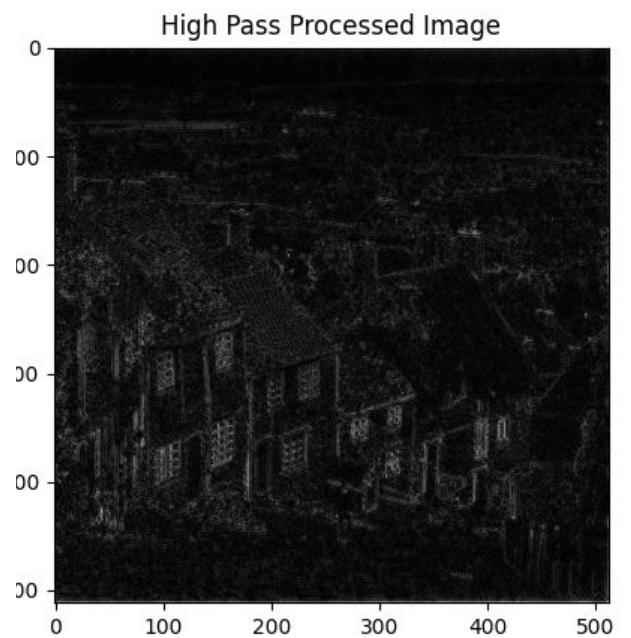
a) Filtro centralizado R=50



b) Filtro centralizado R=80



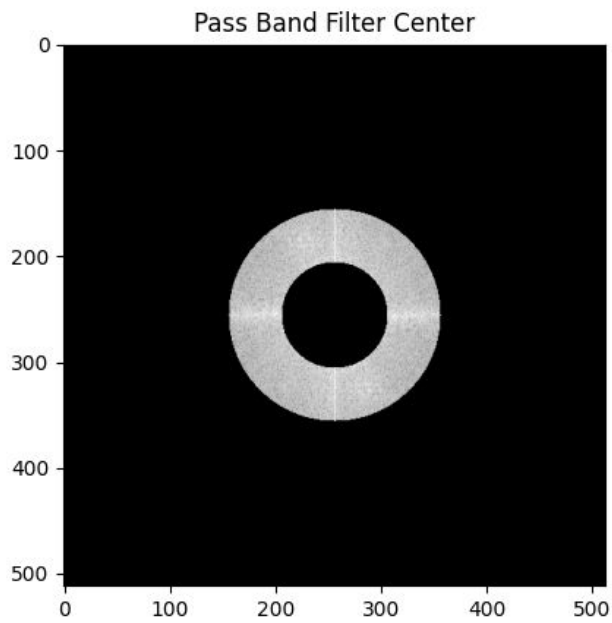
c) Imagem processada R=50



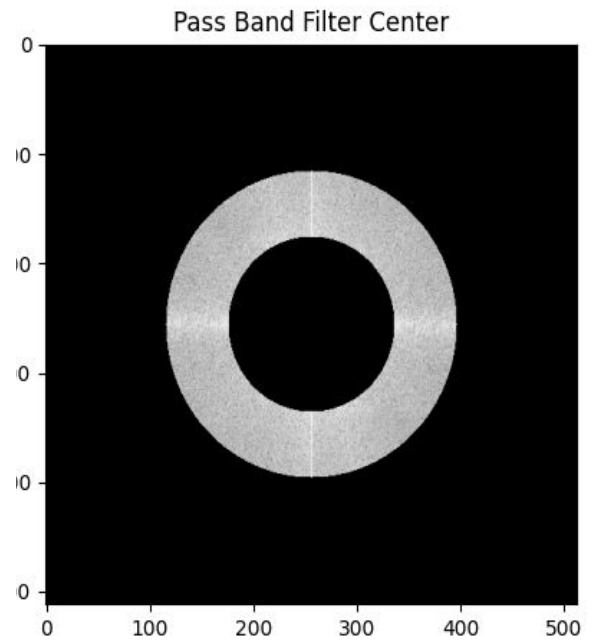
d) Imagem processada R=80

As imagens a) e b) representam os produtos dos filtros pelos espectros centralizados para valores de  $R=50$  e  $R=80$ , respectivamente. As imagens c) e d) são os resultados dos processamentos para os valores de  $R$ . Valores menores do raio preservam melhor a imagem original, enquanto valores maiores dão maior realce para as regiões de mudança mais bruscas de valores de cinza.

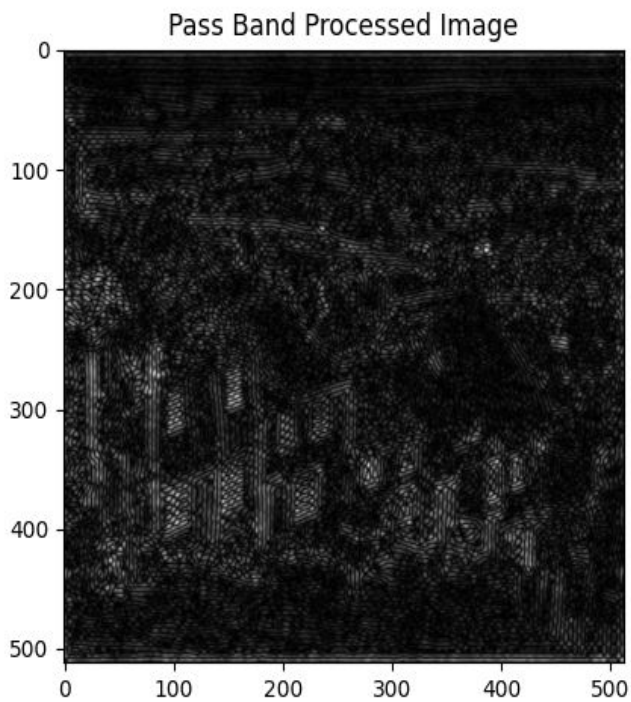
## 8. Filtro passa-banda



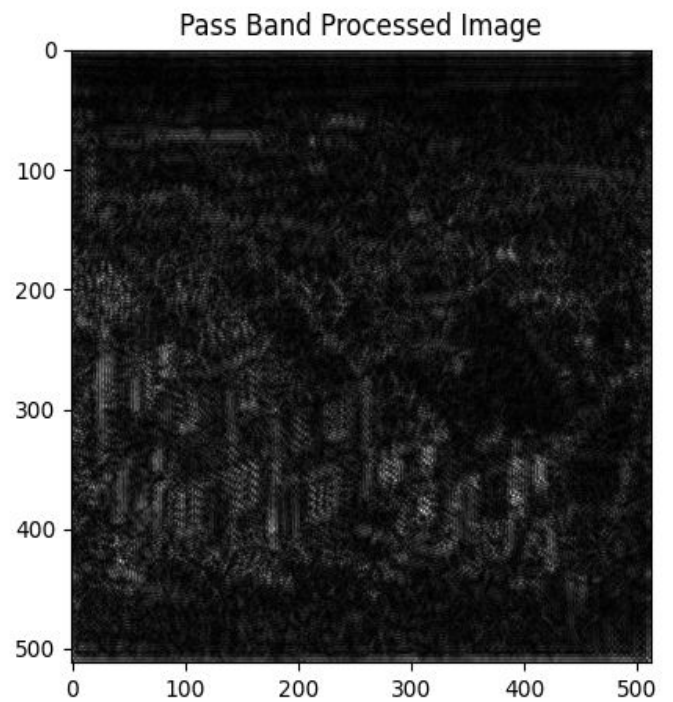
a) Filtro centralizado  $R1=50$  e  $R=100$



b) Filtro centralizado  $R1=80$  e  $R2=140$



c) Imagem processada  $R1=50$  e  $R2=100$



d) Imagem processada  $R1=80$  e  $R2=120$

As imagens a) e b) representam os produtos dos filtros com o espectro de frequência centralizado, para  $R1=50$  e  $R2=100$ , e  $R1=80$  e  $R2=140$ . As imagens c) e d) representam as imagens processadas para os dois casos. Os resultados do filtro passa-banda têm características tanto do filtro passa-baixa quanto do filtro passa-alta, e a exclusão maior de frequências mais centrais no espectro aproxima o filtro mais dos resultados de passa-alta, enquanto uma preservação desses valores assemelha os resultados do filtro de passa-baixa.

## 9. Compressão de imagem

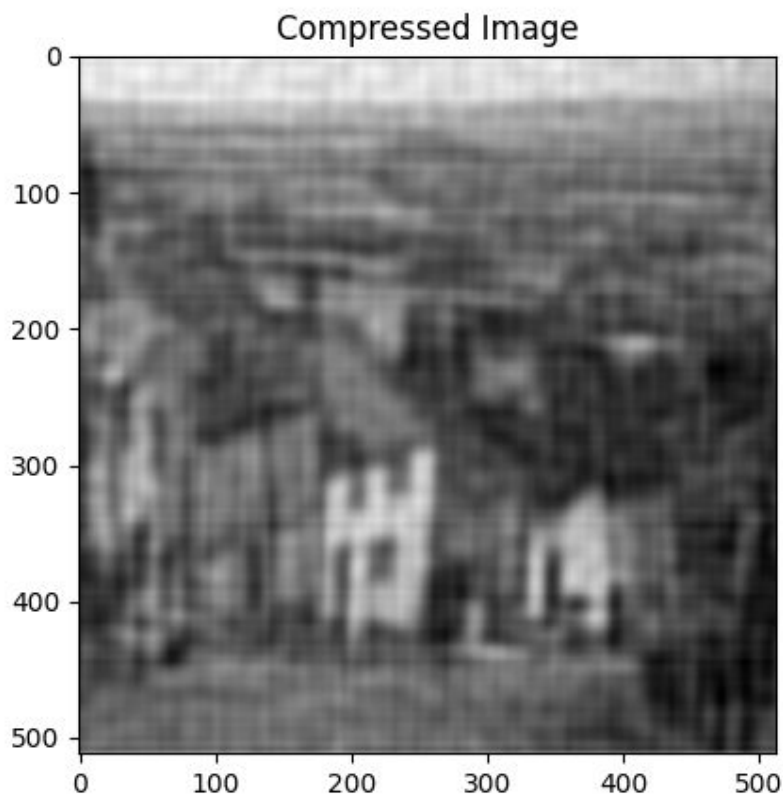


Imagem comprimida para limiar 80000

A compressão da imagem recebe um valor inteiro como parâmetro. A matriz de números complexos do espectro de Fourier é percorrida, e caso o valor absoluto da posição seja menor do que o limiar, o seu valor é zerado. Os resultados são submetidos à inversa da transformada de Fourier para se obter a imagem final.