

---

# Introdução ao Processamento Digital de Imagens

Emmanuella Faustino Albuquerque  
20170002239

## Módulo 1 do Trabalho Prático 2 de maio de 2022

### VISÃO GERAL

Processamento digital de imagens é uma área na qual se estuda técnicas para modelagem, análise, projeto e implementação de métodos para tratamento de imagens digitais. O objetivo deste trabalho é familiarizar-se com a manipulação de imagens, de modo a criar um projeto no qual a entrada e a saída do processamento sejam imagens.

Dessa forma, neste trabalho, foram implementados as seguintes funcionalidades: a conversão de RGB para YIQ, de YIQ para RGB, o negativo nas bandas RGB e na banda Y do YIQ, o cálculo da correlação dado um filtro de entrada e o filtro mediana. Além disso, foi implementado um exemplo de correspondência de modelos (Template Matching) com o uso de correlação cruzada para encontrar uma sub-imagem dado um template de entrada.

### ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Nesta seção, serão apresentadas as atividades desenvolvidas, isto é, a descrição das funcionalidade implementadas e os resultados obtidos.

#### 1. Conversão RGB-YIQ-RGB

##### Fundamentação Teórica

O RGB é um sistema de cores primárias da radiação, composto por Red (Vermelho), Green (Verde) e Blue (Azul). Já o YIQ, é um espaço de cores utilizado em sistemas de transmissão de tv colorida, composto por Y (Luma), I (In-Phase) e Q (Quadrature), onde I e Q são crominâncias. A crominância se refere ao valor das cores, enquanto a luminância se refere às luzes branco e preto.

##### Estratégia

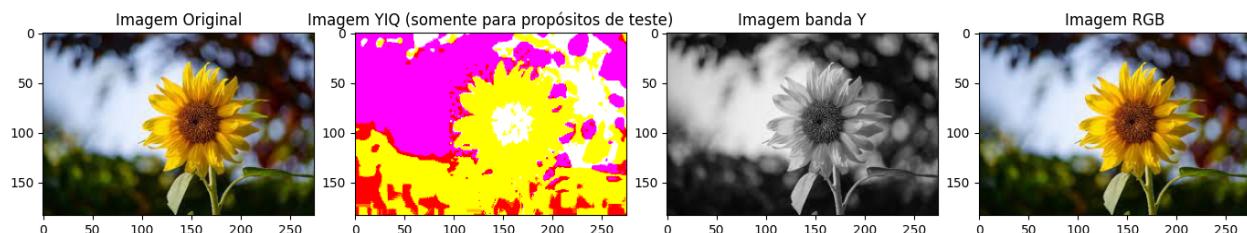
O modelo YIQ aproveita o fato de que o olho humano é mais sensível a mudanças de luminância do que mudanças de matiz ou saturação. Dessa forma, ele é baseado na sensibilidade da visualização das cores pelos olhos humanos.

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} \approx \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.274 & -0.322 \\ 0.211 & -0.523 & 0.312 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \approx \begin{bmatrix} 1 & 0.956 & 0.621 \\ 1 & -0.272 & -0.647 \\ 1 & -1.106 & 1.703 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix}$$

## Resultados

É importante lembrar que o sistema YIQ é usado para transmissão e processamento e não visualização. Assim, para visualização em telas (monitores, celulares, tablets = RGB), tais valores (YIQ) precisam ser convertidos (para RGB) ou tratados para serem exibidos em tela.



## 2. Negativo

### Fundamentação Teórica

O negativo de uma imagem é um filtro pontual que é obtido através da inversão das cores da imagem original.

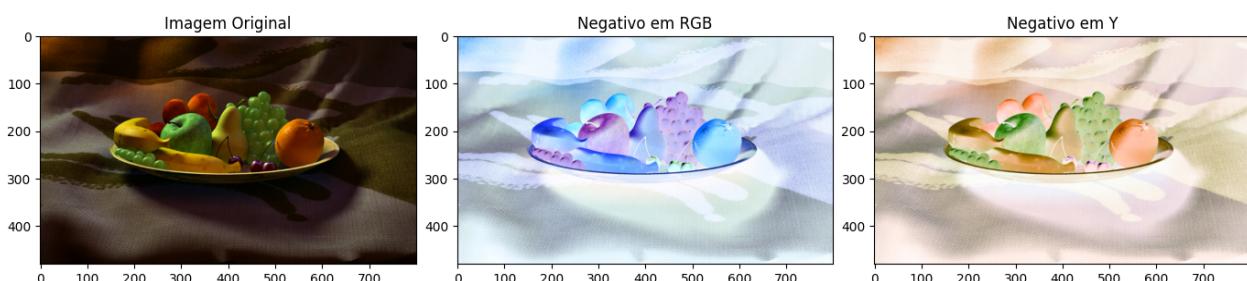
### Estratégia

A imagem negativa é obtida subtraindo-se cada pixel pelo valor de intensidade máxima. Considerando uma imagem de 8 bits, o valor de intensidade máxima ( $L - 1$ ) é  $2^8 - 1 = 255$ . Logo, cada pixel é subtraído por 255 para produzir a imagem de saída.

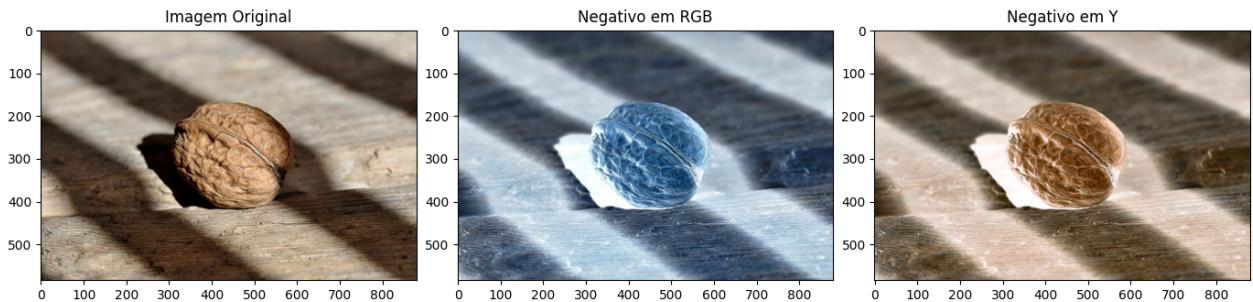
$$s = T(r) = L - 1 - r$$

## Resultados

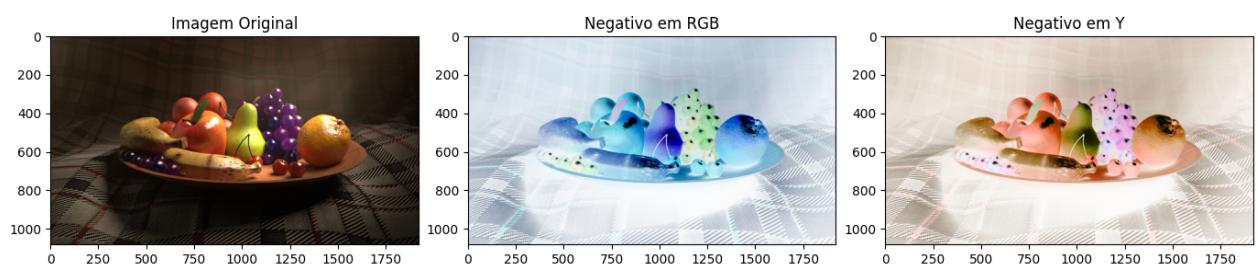
Como é possível observar abaixo, aplicando o negativo em RGB nas imagens (banda a banda), as matizes (Hue, Cor) se alteram completamente (tornando-se seus valores complementares).



Já no YIQ, aplicando o negativo na banda Y com posterior conversão para RGB, altera-se somente o brilho e as matizes permanecem iguais.



Ou seja, no negativo em Y, o escuro se torna claro e o claro se torna escuro. E as cores escuras ficam mais claras e as mais claras ficam mais escuras.



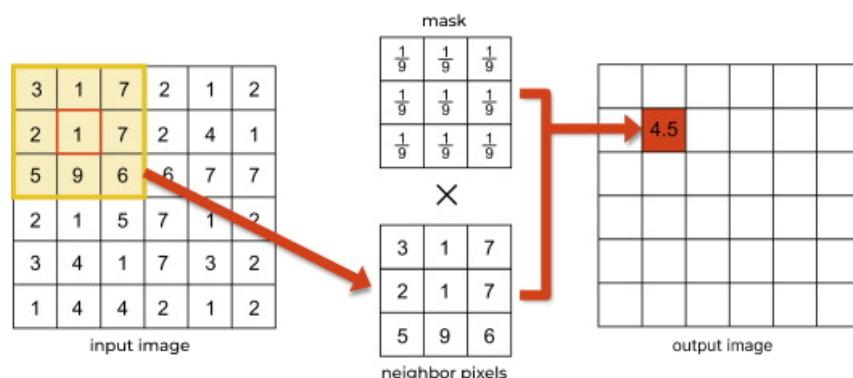
### 3. Correlação

#### Fundamentação Teórica

Correlação é uma operação realizada no processamento digital de imagens que utiliza uma máscara (filtro) aplicado a uma vizinhança. Assim, considera-se uma vizinhança em torno de um ponto da imagem de entrada para se calcular o valor que será atribuído à imagem de saída.

#### Estratégia

Na correlação a máscara desliza (se move) sobre a imagem de entrada. Assim, em cada ponto da imagem ( $i, j$ ) calcula-se a soma dos produtos (produto interno de Frobenius) entre a máscara e a vizinhança ( $i, j$ ).



---

O filtro média (Box) é um filtro de suavização no qual cada pixel da imagem resultante será obtido através do cálculo do valor médio entre os pixels vizinhos da imagem de entrada (como é possível observar na imagem abaixo).

$$\frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

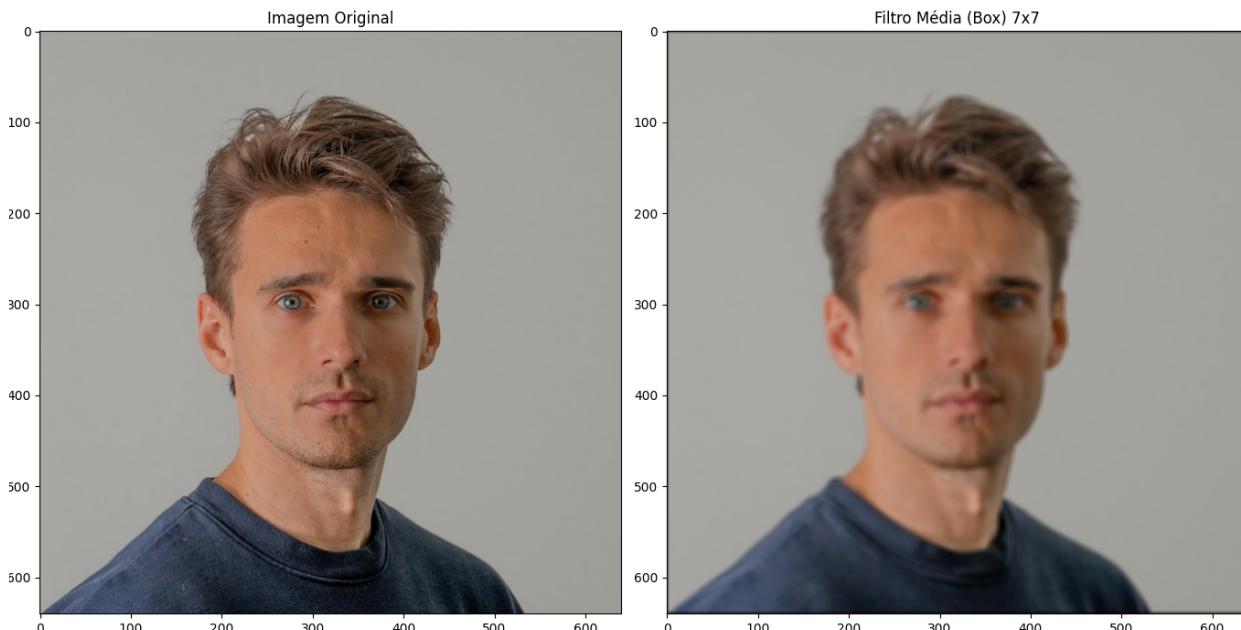
Já, o filtro de Sobel é um filtro de detecção de bordas que acentua variações de intensidade entre os pixels adjacentes através da aproximação do gradiente. Ele faz o uso da aplicação das máscaras horizontal ( $G_y$ ) e vertical ( $G_x$ ) sobre a imagem de entrada ( $A$ ).

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & +1 \\ -2 & 0 & +2 \\ -1 & 0 & +1 \end{bmatrix} * A \quad \text{e} \quad G_y = \begin{bmatrix} +1 & +2 & +1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} * A$$

Para testar os resultados do filtro de Sobel, foi realizada também a expansão de histograma, que é um método de normalização de imagens que permite redistribuir os níveis de cinza.

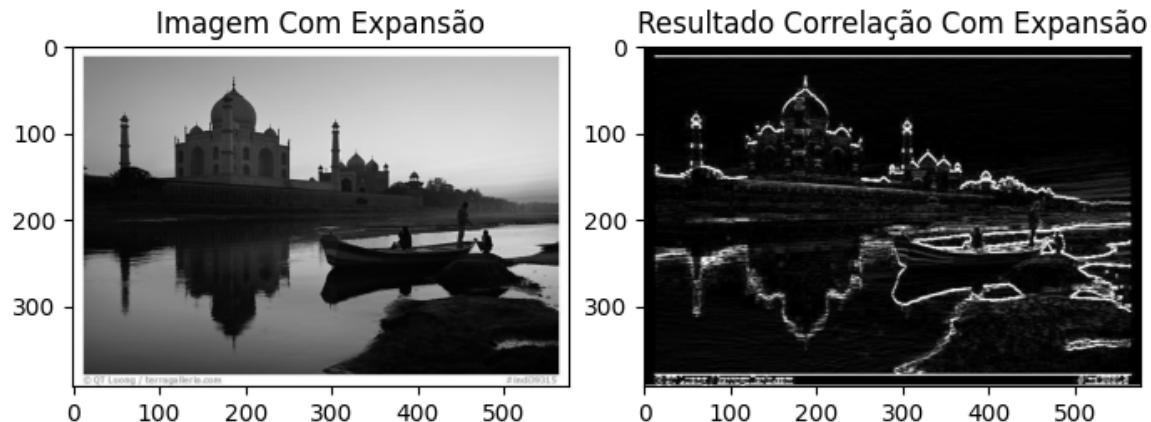
## Resultados

Como é possível observar, o filtro da média (Box) produz um efeito de desfoque, assim, quanto maior o tamanho da máscara aplicada maior será o desfoque final produzido.

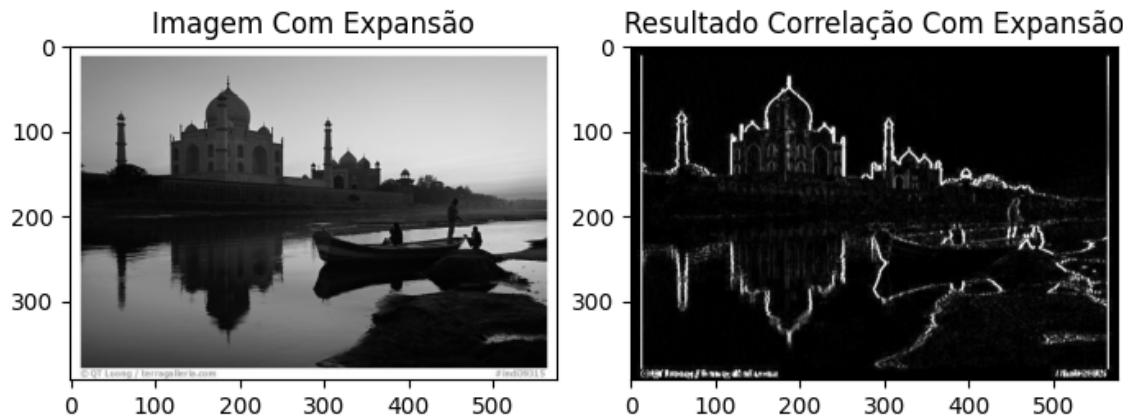


Já o filtro de Sobel, através da aproximação do gradiente, realça as variações, com isso as bordas horizontais são detectadas através da máscara ( $G_y$ ) e as bordas verticais são detectadas através da máscara ( $G_x$ ).

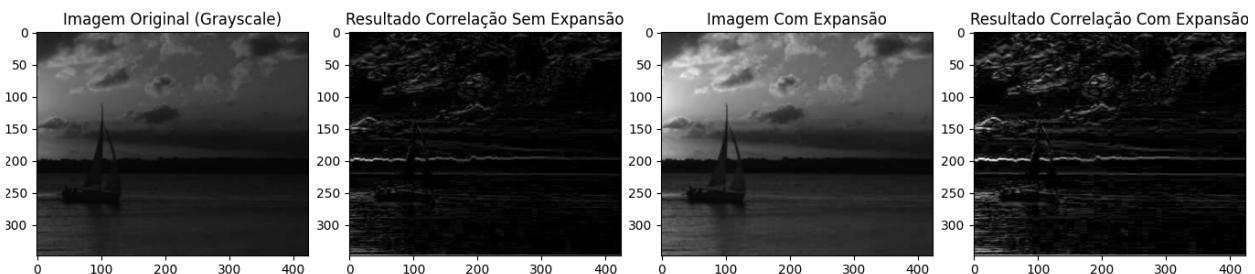
## Sobel Horizontal



## Sobel Vertical

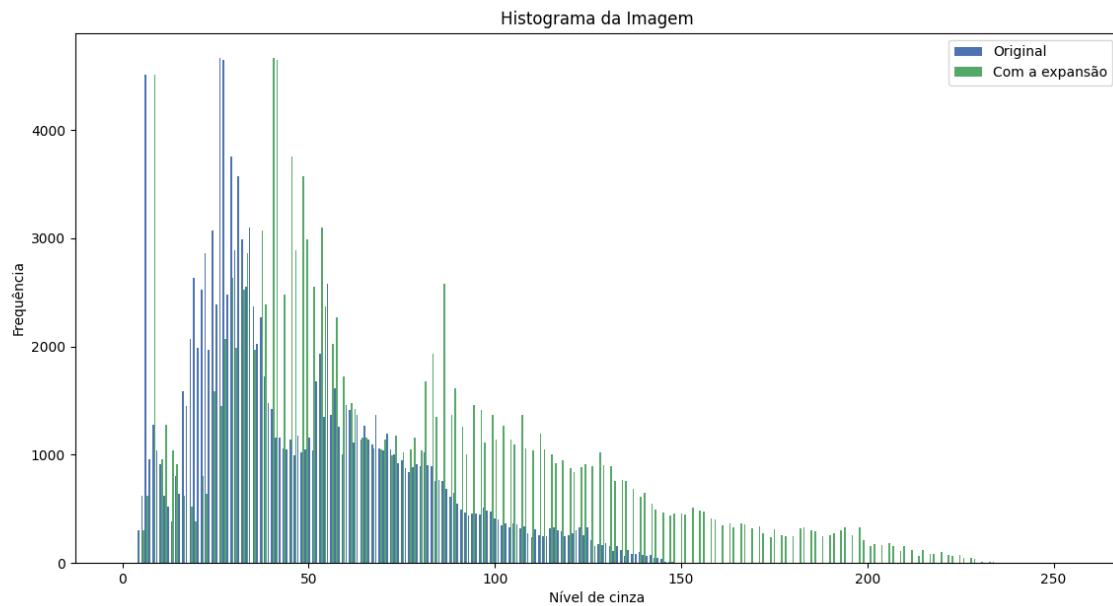


Além disso, também é possível observar que com a aplicação da expansão de histograma melhora-se os resultados do processamento da detecção de bordas do filtro de Sobel, realçando mais as bordas da imagem. Como é possível perceber na imagem abaixo com a aplicação do Sobel horizontal.



## Resultado da Expansão de Histograma

É possível observar abaixo o histograma gerado da expansão da imagem acima, do barco.



## 4. Filtro Mediana

### Fundamentação Teórica

O filtro mediana é uma técnica comumente usada para remoção de ruídos de uma imagem. Com seu uso, é possível eliminar pontos de ruído isolados (Ruído Salt-and-pepper) da imagem original.

### Estratégia

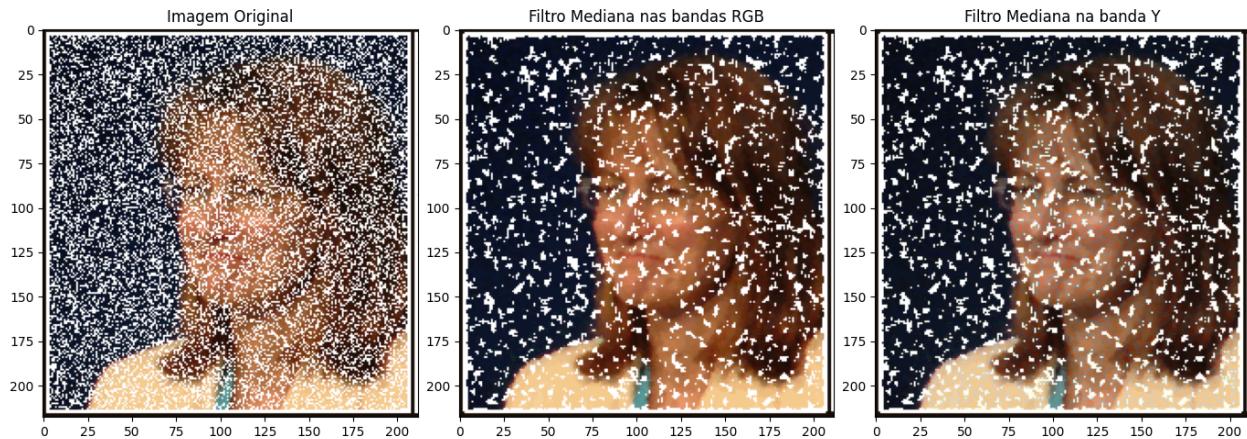
Dada uma determinada vizinhança, tal filtro é calculado a partir da mediana dos valores da vizinhança. Assim, ordena-se os valores da vizinhança e o valor central é selecionado.

123	125	126	130	140	Neighbourhood values:
122	124	126	127	135	115, 119, 120, 123, 124,
118	120	150	125	134	125, 126, 127, 150
119	115	119	123	133	Median value: 124
111	116	110	120	130	

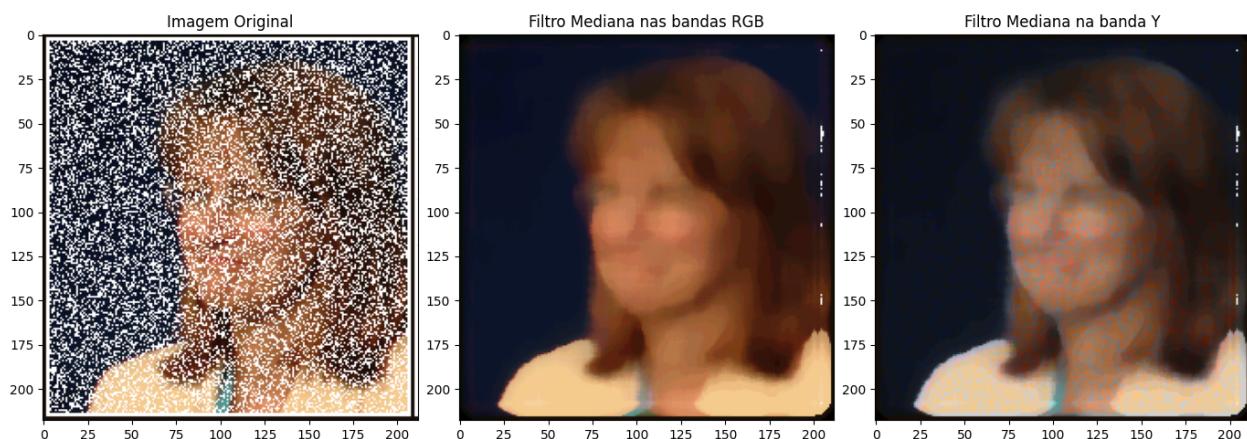
### Resultados

#### Mediana 3x3

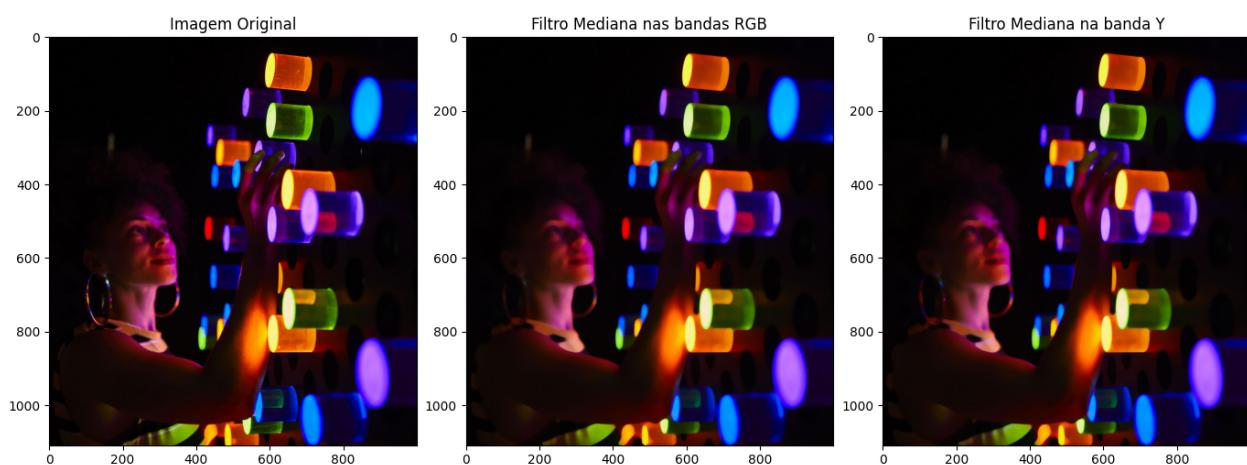
Na aplicação da mediana, quanto menor o tamanho da vizinhança utilizada para realizar os cálculos menor será a remoção do ruído.



**Mediana 15x15**

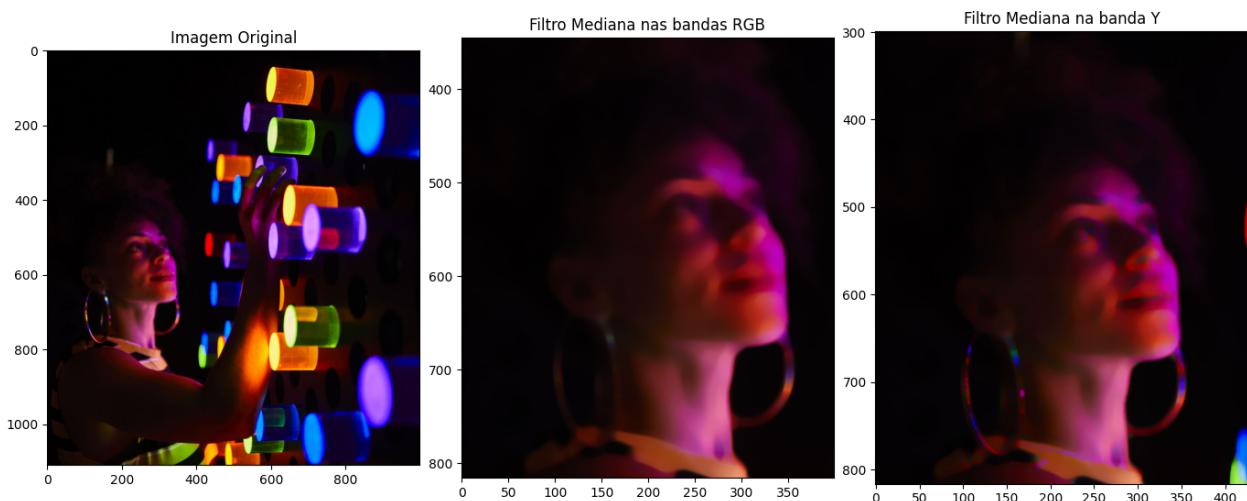


**Mediana 15x15**



---

Como é possível observar abaixo, realizando a mediana, somente na banda Y (Luma) do YIQ, obtemos um resultado que proporciona um efeito de suavização, com menos desfoque.



## 5. Template Matching

### Fundamentação Teórica

A correspondência de modelos é uma técnica utilizada para se encontrar pequenas partes de uma imagem que correspondem a uma imagem de modelo.

### Estratégia

Utilizando a função `match_template` do pacote de processamento de imagens digitais Scikit-image (`skimage`), foi possível obter um array de correlação. Tal array, retorna uma matriz com os valores entre [-1, 1] correspondentes ao coeficiente de correlação.

O valor máximo do resultado de `match_template` corresponde à localização do template de entrada. Assim, para encontrar a segunda maior correspondência, foi necessário somente excluir de alguma forma a primeira maior correspondência.

### Resultados



---

## **CONCLUSÃO**

Com o desenvolvimento deste trabalho, foi possível aprender e entender melhor e na prática, como tais algoritmos de processamento digital de imagens funcionam.

Em relação aos resultados obtidos, as principais dificuldades foram encontrar imagens que melhor se adequem aos testes realizados com o uso da aplicação dos filtros e a criação do mecanismo de correlação.

Além disso, realizar alguns testes de forma manual foi importante para debugar alguns problemas, como lidar com os limites dos valores de cada banda [0, 255] das imagens.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

[1] Neighboring Pixel. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/neighboring-pixel>. Acesso em: 29 de abril de 2022.

[2] Template Matching. Disponível em:

[https://scikit-image.org/docs/stable/auto\\_examples/features\\_detection/plot\\_template.html](https://scikit-image.org/docs/stable/auto_examples/features_detection/plot_template.html). Acesso em: 30 de abril de 2022.

[3] Filtro Sobel. Song Ho Ahn. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Filtro\\_Sobel](https://pt.wikipedia.org/wiki/Filtro_Sobel). Acesso em: 1 de maio de 2022.

[4] YIQ. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/YIQ>. Acesso em: 1 de maio de 2022.

[5] Filtro Sobel. Song Ho Ahn. Disponível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/Box\\_blur](https://en.wikipedia.org/wiki/Box_blur). Acesso em: 1 de maio de 2022.

[5] Median Filter. Song Ho Ahn. Disponível em:

<https://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/median.htm>. Acesso em: 1 de maio de 2022.