ESTI019 - QS2021 - CSM - Lab4

Lab4 - Codificação de Imagem com DWT

A. Objetivos:

1. Efetuar a Codificação de Imagem e a Decodificação por DWT e IDWT
2. Testar funções de Codificação Multinível
3. Verificar a taxa de compressão só com a Componente de Aproximação

```
import numpy as np
import cv2 as cv
import pywt
import pywt.data
import matplotlib.image as mpimg
import matplotlib.pyplot as plt
```

B. Monte o seu google drive e verifique os seus arquivos:

```
from google.colab import drive
drive.mount('/content/drive/')
```

```
Mounted at /content/drive/
```

```
!ls -l "drive/My Drive/Colab Notebooks/Multimidia"
```

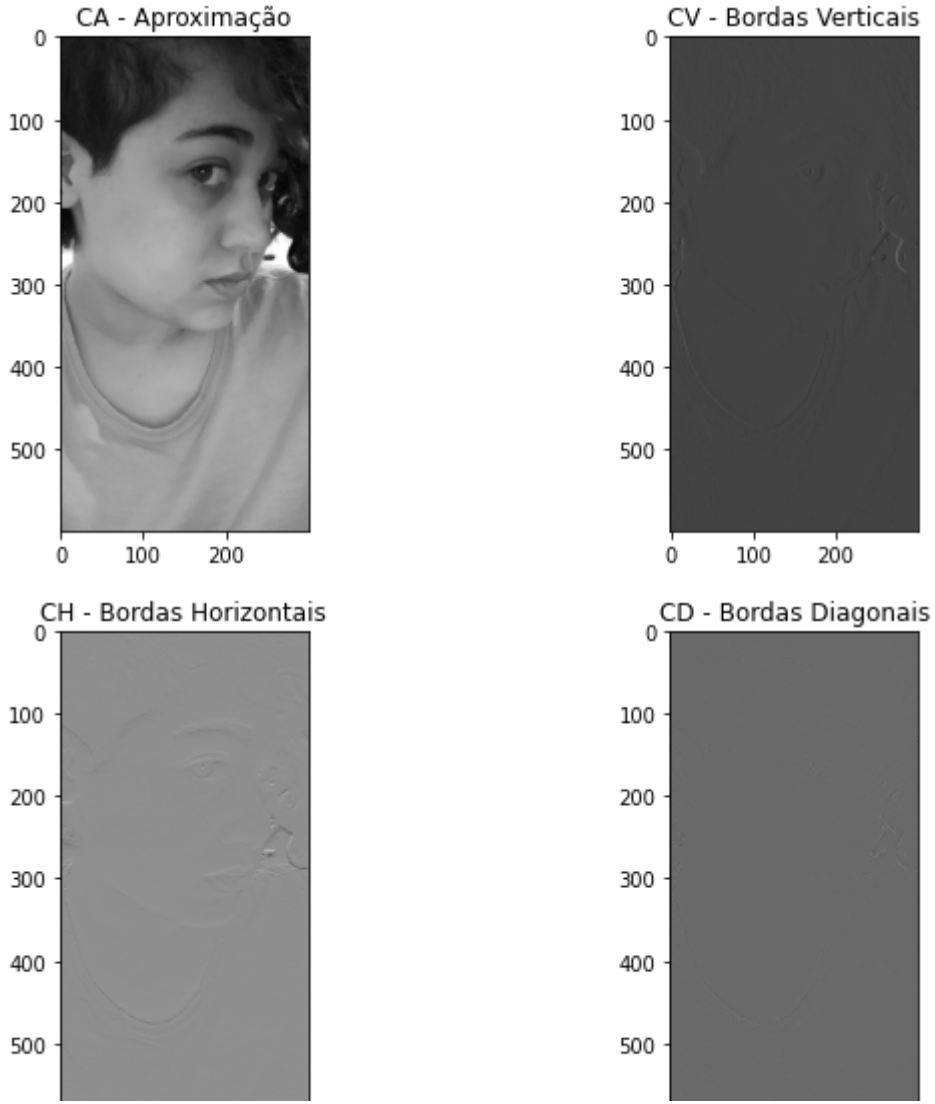
```
total 28772
-rw------- 1 root root  480760 Sep 25 21:58 avatares.png
-rw------- 1 root root  765294 Oct 14 01:10 Foto_Matheus.png
-rw------- 1 root root  655013 Oct 14 01:11 Foto_Sheila.png
```

```
-rw------- 1 root root  854682 Sep 25 22:05 fotos.jpg
-rw------- 1 root root    3838 Sep 24 01:27 Lab2_Anexo1_Cap_img_colab_x.ipynb
-rw------- 1 root root  467627 Sep 24 01:26 Lab2_Anexo2_Cap_vid_colab_x.ipynb
-rw------- 1 root root 3277943 Sep 28 22:13 Lab2_Imagem_Video_v2.ipynb
-rw------- 1 root root 2688072 Oct  2 19:56 Lab3_Cod_Imagem_por_DCT_e_Animacao_v2.ipynb
-rw------- 1 root root 5093833 Oct 14 22:47 Lab4_ImageDWT_x.ipynb
-rw------- 1 root root 5537154 Oct 14 22:49 Lab4_Matheus.ipynb
-rw------- 1 root root 4669710 Oct 14 22:48 Lab4_Sheila.ipynb
-rw------- 1 root root  786486 Oct  1 13:28 lena.bmp
-rw------- 1 root root   72937 Oct  1 21:47 messi5.jpg
-rw------- 1 root root  287589 Oct  8 16:46 peppers.png
-rw------- 1 root root  474418 Oct  9  2019 Pikachu.mp4
-rw------- 1 root root 2630370 Sep 27 02:31 video_lento.mp4
-rw------- 1 root root  712299 Sep 27 02:29 video_rapido.mp4
```

C. Codificação de Luminância (P&B) com DWT para a Pimentas

```
img = mpimg.imread('drive/My Drive/Colab Notebooks/Multimidia/Foto_Sheila.png')

img_gray = cv.cvtColor(img, cv.COLOR_RGB2GRAY)


coefs2 = pywt.dwt2(img_gray,'haar', mode='periodization')  #1 nível de DWT
(cA, (cH, cV, cD)) = coefs2 #Separando os coeficientes
imgr = pywt.idwt2(coefs2, 'haar', mode = 'periodization')  #1 nível de IDWT

plt.figure(figsize=(10,10))
plt.subplot(2,2,1)
plt.imshow(cA,'gray'); plt.title("CA - Aproximação")
plt.subplot(2,2,2)
plt.imshow(cV,'gray'); plt.title("CV - Bordas Verticais")
plt.subplot(2,2,3)
plt.imshow(cH,'gray'); plt.title("CH - Bordas Horizontais")
plt.subplot(2,2,4)
plt.imshow(cD,'gray'); plt.title("CD - Bordas Diagonais")
```

```
Text(0.5, 1.0, 'CD - Bordas Diagonais')
```



C.1 Cálculo do Erro Quadrático Médio (MSE) e da Relação Sinal Ruído de Pico (PSNR)

a) A MSE é obtida calculando somando-se o erro quadrático de reconstrução pixel a pixel entre a Imagem Original (O) da Reconstruída (R) e normalizando pela dimensão (LxA) da imagem:

$$MSE = \frac{1}{LA}\sum_{i=0}^{L}\sum_{j=0}^{A}[O(i,j) - R(i,j)]^2$$

b) A SNR de pico (PSNR) é definida para cada plano componente da imagem como:

$$PSNR = 10.log_{10}\left(\frac{{MAX_I}^2}{MSE}\right)$$

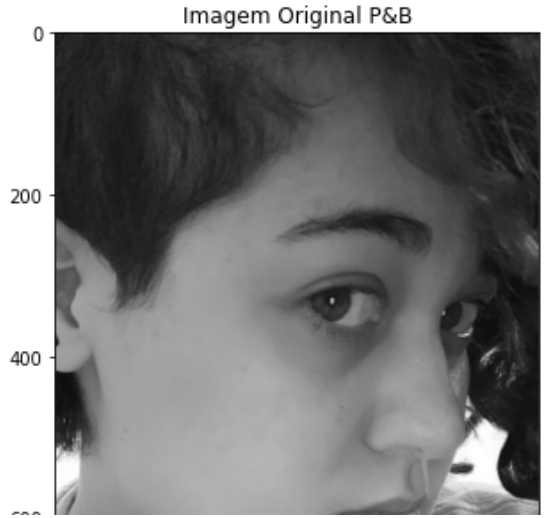
sendo MAX_I o valor máximo do pixel, que para 8 bits equivale a 255, logo:

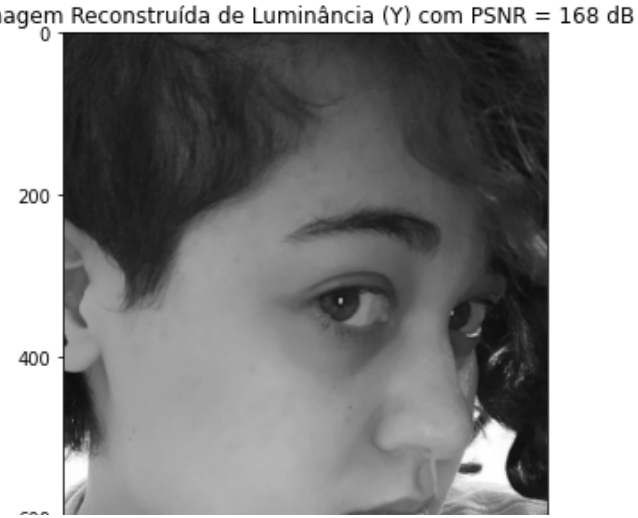
$$PSNR = 20.log_{10}(255) - 10.log_{10}(MSE)$$

OBS.: Para uma imagem RGB, $MSE = MSE_R + MSE_G + MSE_B$, sendo similar definiação para YCrCb e HSV

```
# Calculo da MSE P&B
A, L, Camadas = img.shape
dif = img_gray - imgr
MSE_gray = np.sum(np.matmul(dif,np.transpose(dif)))/(A*L)
print("MSE_Y = {:.2e}".format(MSE_gray))
PSNR_Y = 20*np.log10(255) - 10*np.log10(MSE_gray)
print("PSNR_Luma = {:.2f} dB".format(PSNR_Y))
plt.figure(figsize=(20,10))
infograf = "Imagem Reconstruída de Luminância (Y) com PSNR = " + str(np.uint8(PSNR_Y)) + ' dB'
plt.subplot(1,2,1); plt.imshow(img_gray,'gray'); plt.title("Imagem Original P&B")
plt.subplot(1,2,2); plt.imshow(imgr,'gray'); plt.title(infograf)
```

```
MSE_Y = 9.53e-13
PSNR_Luma = 168.34 dB
Text(0.5, 1.0, 'Imagem Reconstruída de Luminância (Y) com PSNR = 168 dB')
```



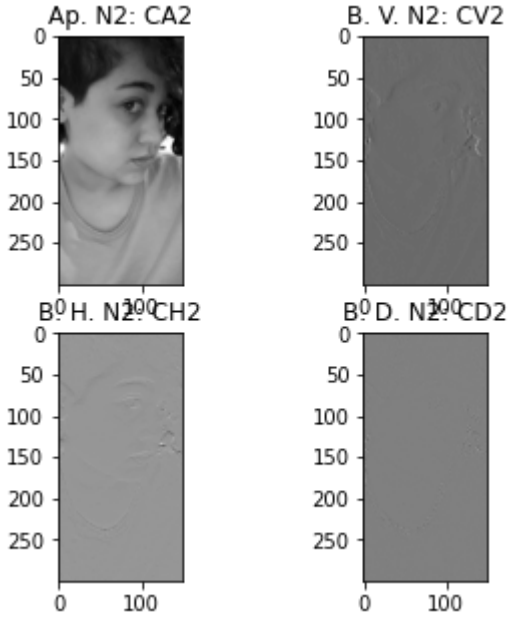


D. Teste das Funções de Multiresolução wavedec2() e waverec2()

```
C = pywt.wavedec2(img_gray,'haar', mode = 'symmetric', level=2) # Dois níveis de decomposição DWT
imgr2 = pywt.waverec2(C, 'haar', mode = 'symmetric') # Dois níveis de IDWT

# Para extrair os coeficientes de cada nível
cA2 = C[0]  # Coeficientes de Aproximação nível 2
(cH1, cV1, cD1) = C[-1] # Coeficientes de Detalhes nível 1
(cH2, cV2, cD2) = C[-2] # Coeficientes de Detalhes nível 2

# Imagem Original
img_gray = cv.cvtColor(img, cv.COLOR_BGR2GRAY)

# Plot dos coeficientes do nível 2
plt.figure(figsize=(5,5))
plt.subplot(2,2,1)
plt.imshow(cA2, 'gray'); plt.title('Ap. N2: CA2')
plt.subplot(2,2,2)
plt.imshow(cV2, 'gray'); plt.title('B. V. N2: CV2')
plt.subplot(2,2,3)
plt.imshow(cH2, 'gray'); plt.title('B. H. N2: CH2')
plt.subplot(2,2,4)
```

```
plt.subplot(2,2,4)
plt.imshow(cD2, 'gray'); plt.title('B. D. N2: CD2')

# Plot Original e Reconstrução
plt.figure(figsize=(20,10))
plt.subplot(1,2,1); plt.imshow(img_gray,'gray'); plt.title('Imagem Original')
plt.subplot(1,2,2); plt.imshow(imgr2,'gray'); plt.title('Imagem Reconstruída')
```

```
Text(0.5, 1.0, 'Imagem Reconstruída')
```



E. Efetuar uma "Montagem" com wavedec2() e wavedecn()

1º Nível

```
CV1 = cV1.copy()
CH1 = cH1.copy()
CD1 = cD1.copy()
```

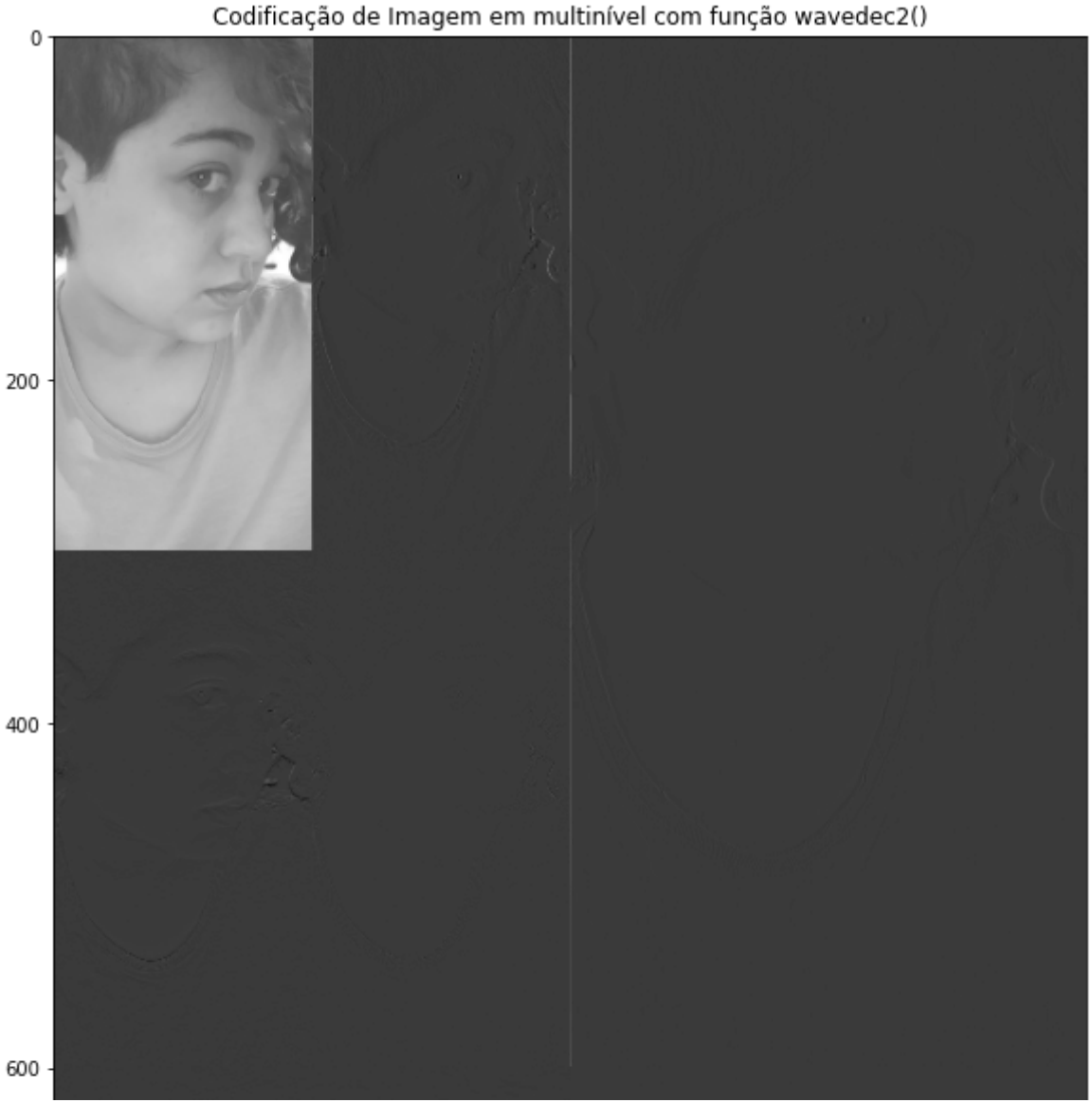
2º Nível

```
CA2 = cA2.copy()
CH2 = cH2.copy()
CV2 = cV2.copy()
CD2 = cD2.copy()
```

```
CD2 = CD2.copy()
# Matriz Final Completa
CA1 = np.bmat([[CA2,CV2],[CH2,CD2]])
CC = np.bmat([[CA1,CV1],[CH1,CD1]])
```

```
plt.figure(figsize=(20,20))
plt.imshow(CC,'gray')
plt.title('Codificação de Imagem em multinível com função wavedec2()')
```

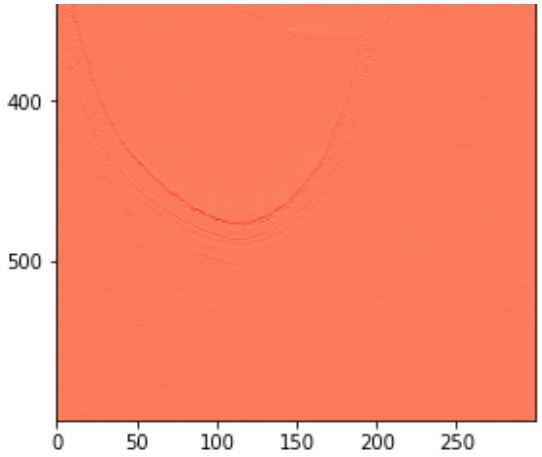
```
Text(0.5, 1.0, 'Codificação de Imagem em multinível com função wavedec2()')
```

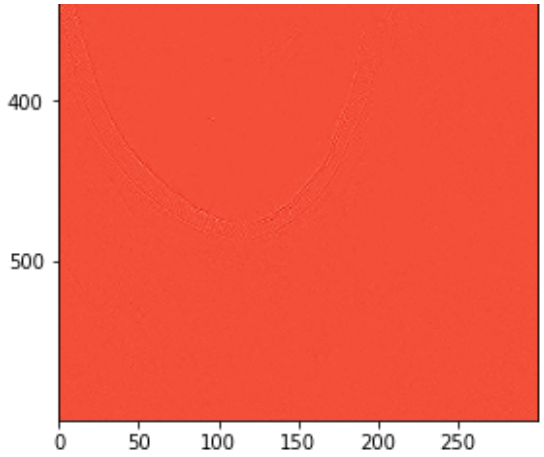


F. Reconstrução de Imagem Colorida

```
# Imagem Original

plt.figure(figsize=(20,20))
plt.imshow(img); plt.title("Imagem Original")
```

```
# Codificação por planos de cores
# Plano Vermelho
coefs_R = pywt.dwt2(img[:,:,0],'haar', mode='periodization')  #1 nível de DWT R
(cA_R, (cH_R, cV_R, cD_R)) = coefs_R #Separando os coeficientes
cr_R = pywt.idwt2(coefs_R, 'haar', mode = 'periodization')  #1 nível de IDWT R

plt.figure(figsize=(20,20))
plt.subplot(2,2,1)
plt.imshow(cA_R,'Reds_r'); plt.title("CA_Red - Aproximação")
plt.subplot(2,2,2)
plt.imshow(cV_R,'Reds_r'); plt.title("CV_Red - Bordas Verticais")
plt.subplot(2,2,3)
plt.imshow(cH_R,'Reds_r'); plt.title("CH_Red - Bordas Horizontais")
plt.subplot(2,2,4)
plt.imshow(cD_R,'Reds_r'); plt.title("CD_Red - Bordas Diagonais")

plt.figure(figsize=(20,20))
plt.imshow(cr_R, 'Reds_r'); plt.title("Imagem Reconstruída Red")
```


400
500
0
50
100
150
200
250


400
500
0
50
100
150
200
250

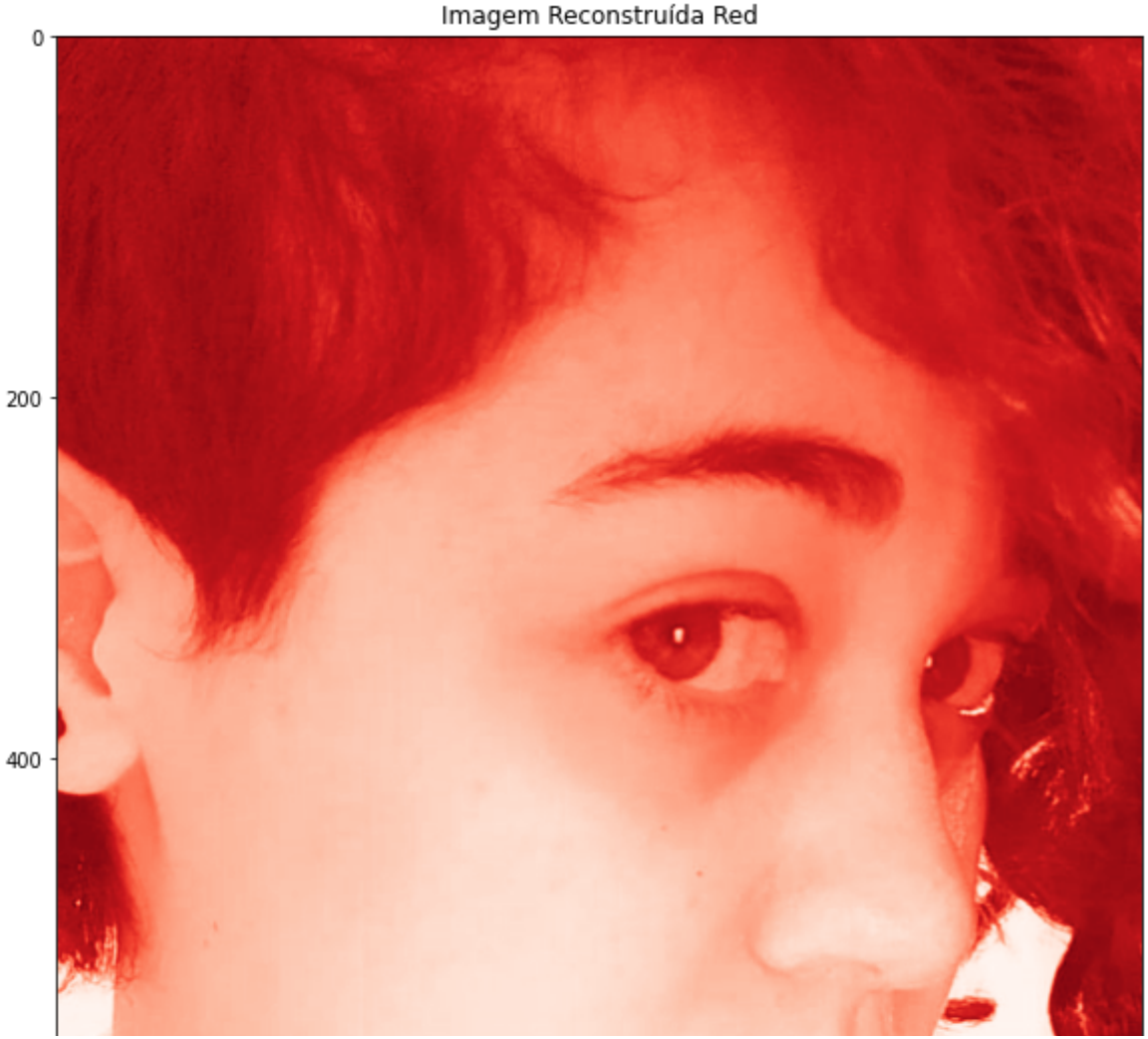
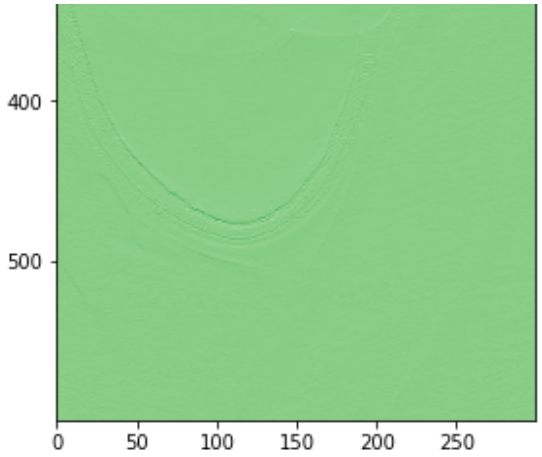
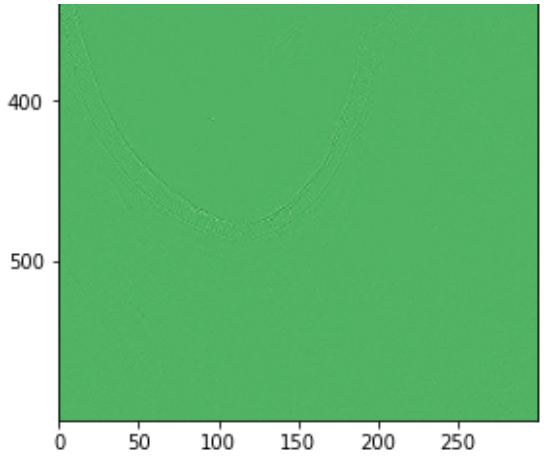


Imagem Reconstruída Red
0
200
400


600
800
1000
0
100
200
300
400
500

```
# Plano Verde
coefs_G = pywt.dwt2(img[:,:,1],'haar', mode='periodization')  #1 nível de DWT G
(cA_G, (cH_G, cV_G, cD_G)) = coefs_G #Separando os coeficientes
cr_G = pywt.idwt2(coefs_G, 'haar', mode = 'periodization')  #1 nível de IDWT G

plt.figure(figsize=(20,20))
plt.subplot(2,2,1)
plt.imshow(cA_G,'Greens_r'); plt.title("CA_Green - Aproximação")
plt.subplot(2,2,2)
plt.imshow(cV_G,'Greens_r'); plt.title("CV_Green - Bordas Verticais")
plt.subplot(2,2,3)
plt.imshow(cH_G,'Greens_r'); plt.title("CH_Green - Bordas Horizontais")
plt.subplot(2,2,4)
plt.imshow(cD_G,'Greens_r'); plt.title("CD_Green - Bordas Diagonais")

plt.figure(figsize=(20,20))
plt.imshow(cr_G, 'Greens_r'); plt.title("Imagem Reconstruída Green")
```


400
500
0
50
100
150
200
250


400
500
0
50
100
150
200
250

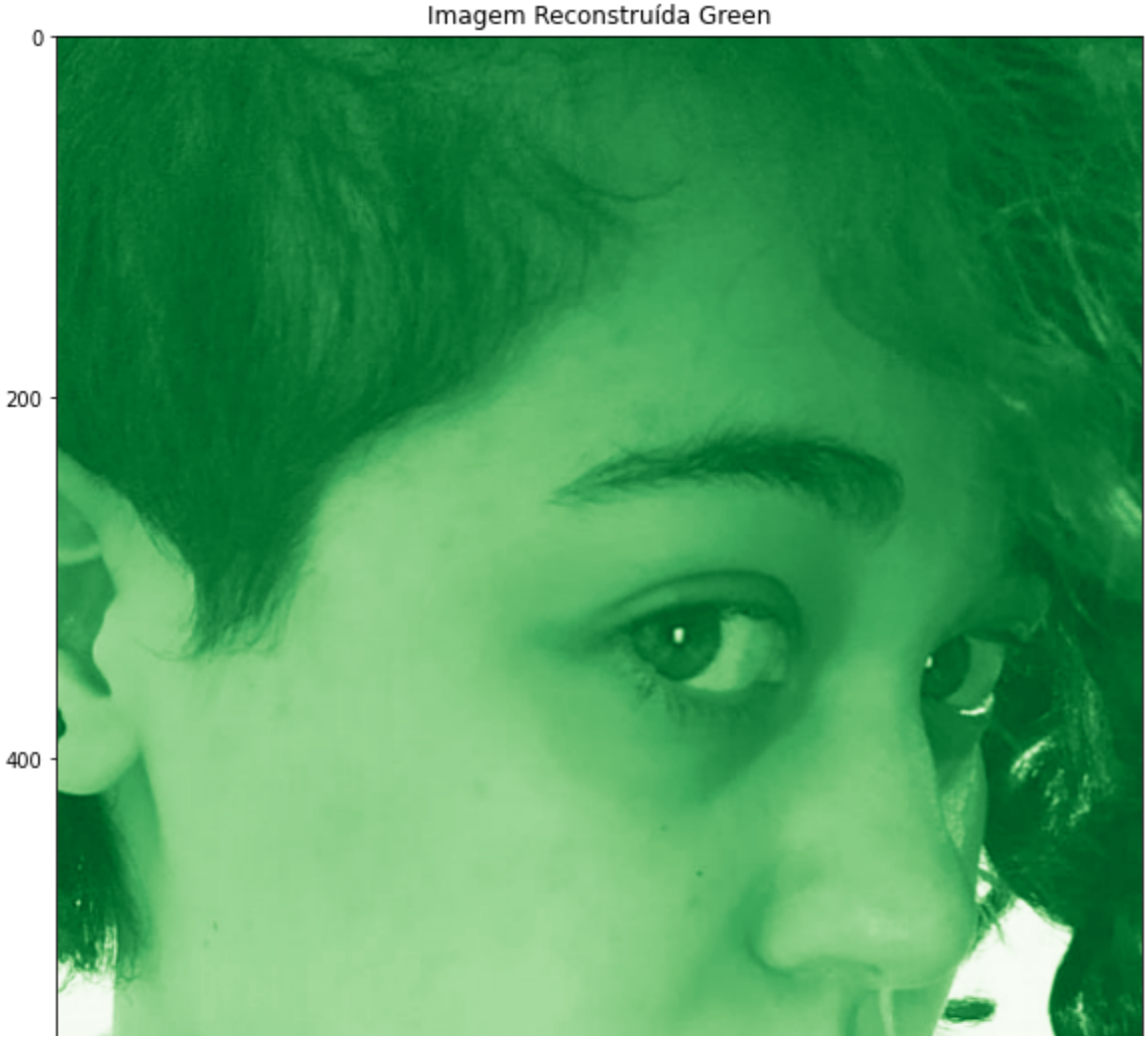
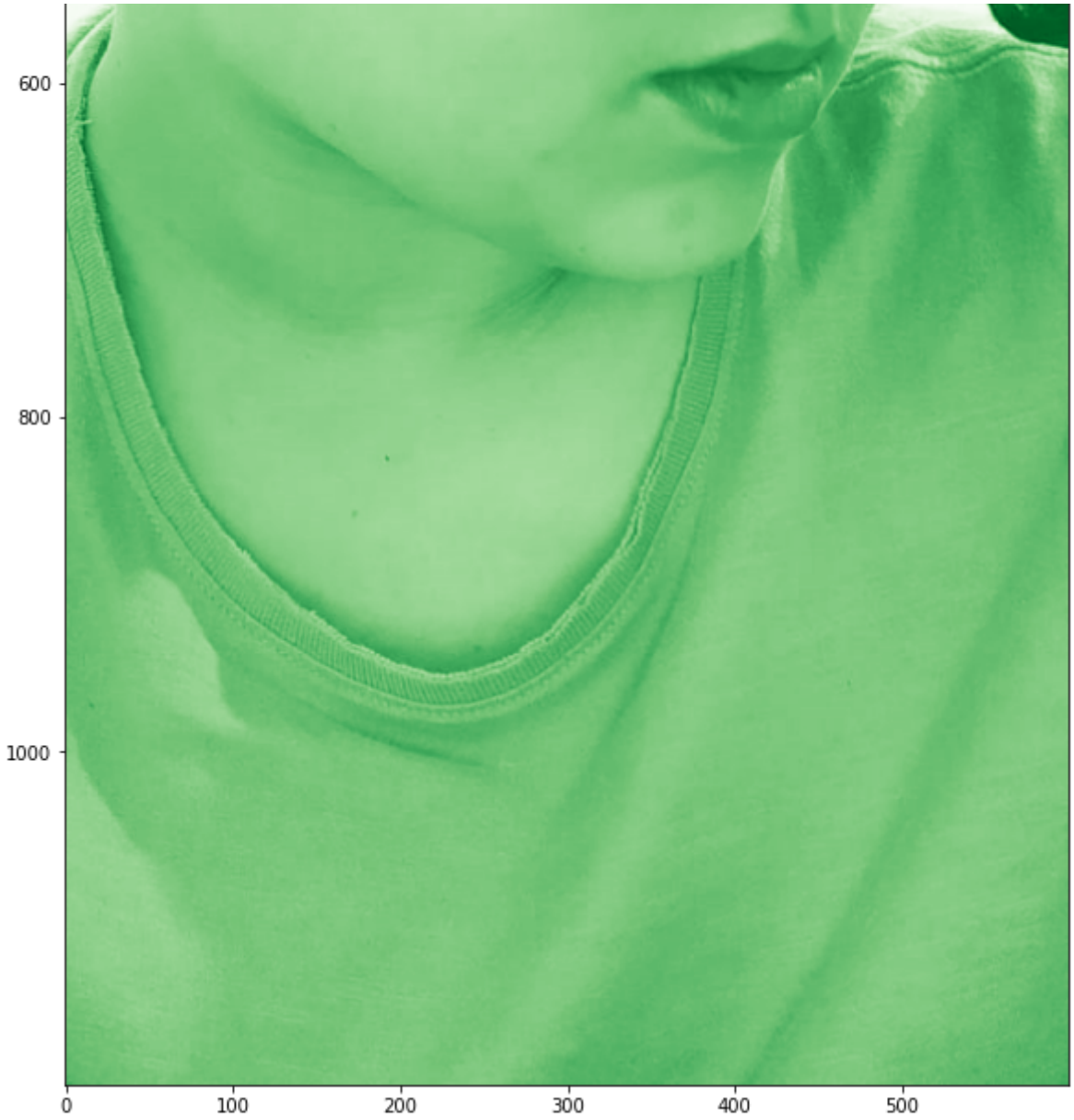


Imagem Reconstruída Green
0
200
400


600
800
1000
0
100
200
300
400
500

```
# Plano Azul
coefs_B = pywt.dwt2(img[:,:,2],'haar', mode='periodization')  #1 nível de DWT B
(cA_B, (cH_B, cV_B, cD_B)) = coefs_B #Separando os coeficientes
cr_B = pywt.idwt2(coefs_B, 'haar', mode = 'periodization')  #1 nível de IDWT B

plt.figure(figsize=(20,20))
plt.subplot(2,2,1)
plt.imshow(cA_B,'Blues_r'); plt.title("CA_Blue - Aproximação")
plt.subplot(2,2,2)
plt.imshow(cV_B,'Blues_r'); plt.title("CV_Blue - Bordas Verticais")
plt.subplot(2,2,3)
plt.imshow(cH_B,'Blues_r'); plt.title("CH_Blue - Bordas Horizontais")
plt.subplot(2,2,4)
plt.imshow(cD_B,'Blues_r'); plt.title("CD_Blue - Bordas Diagonais")

plt.figure(figsize=(20,20))
```

```
plt.figure(figsize=(20,20))
plt.imshow(cr_B, 'Blues_r'); plt.title("Imagem Reconstruída Blue")
```