

JPEG Compressor and Decompressor

Report

Done by:

- Marco Pais - N° 2019218
- Tiago Oliveira - N° 2019219068
- Emílio Hurtado - N° 2021169693

Exercise 1 - Compressão de imagens bmp no formato jpeg utilizando um editor de imagem (e.g., GIMP, Adobe Photoshop, etc.)

- 1.1. Comprima as imagens fornecidas segundo o codec JPEG, com qualidade alta.
- 1.2. Comprima as imagens fornecidas segundo o codec JPEG, com qualidade média.
- 1.3. Comprima as imagens fornecidas segundo o codec JPEG, com qualidade baixa.
- **1.4. Compare os resultados e tire conclusões.**

From the obtained files we can say that the bigger the quality is the less the distortion is and the bigger the size of the file is.

Exercise 2 - Crie duas funções, encoder e decoder, para encapsular as funções a desenvolver nas alíneas 3 a 9

Exercise 3 - Visualização de imagem representada pelo modelo de cor RGB

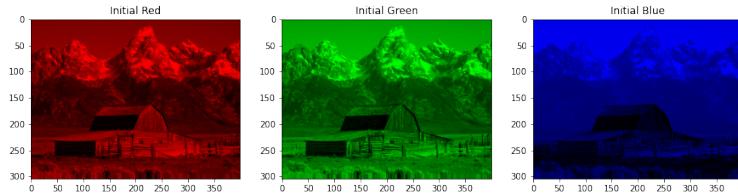
barn_mountains

Original Image

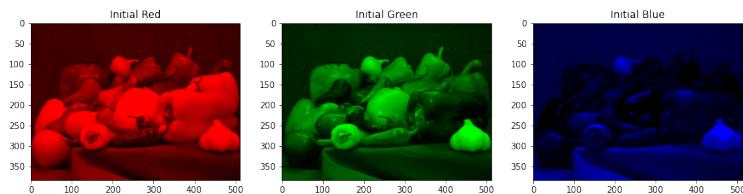


-
- 3.1. Leia uma imagem .bmp, e.g., a imagem peppers.bmp.
 - 3.2. Crie uma função para implementar um colormap definido pelo usuário.
 - 3.3. Crie uma função que permita visualizar a imagem com um dado colormap.
 - 3.4. Crie uma função para separar a imagem nos seus componentes RGB. Crie também a função inversa.
 - **3.5. Visualize a imagem e cada um dos canais RGB (com o colormap adequado).**

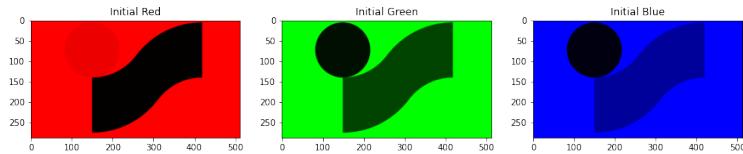
barn_mountains



peppers



logo



Exercise 4 - Pré-processamento da imagem: padding

- 4.1. Crie uma função para fazer padding da imagem. Caso a dimensão da imagem não seja múltipla de 16x16, faça padding da mesma, replicando a última linha e a última coluna em conformidade. Crie também a função

inversa. Certifique-se de que recupera a imagem com a dimensão original, visualizando-a.

barn_mountains

Rebuilt Image - 100



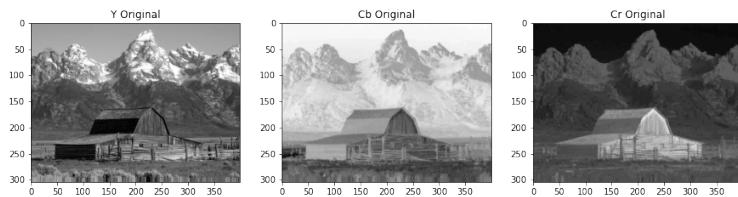
Exercise 5 - Conversão para o modelo cor YCbCr

- 5.1. Crie uma função para converter a imagem do modelo de cor RGB para o modelo de cor YCbCr. Crie também a função inversa (conversão de YCbCr para RGB). Certifique-se de que consegue obter os valores originais de RGB (teste, por exemplo, com o pixel [0, 0]). Nota: na conversão inversa, garanta que R, G e B sejam número inteiros no intervalo {0, 1, ..., 255}.
- 5.2. Converta a imagem inicial para o modelo de cor YCbCr.
- 5.3. Visualize cada um dos canais (com o colormap adequado).

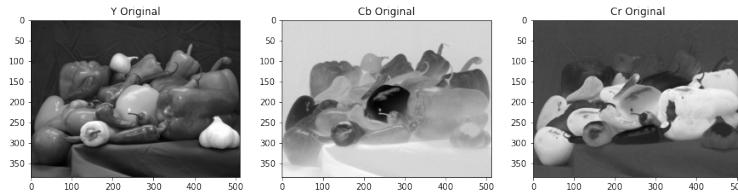
- **5.4. Compare a imagem de Y com R, G e B e com Cb e Cr.**
Tire conclusões.

Because there is a lot of redundancy in the RGB model about Luminance all the information about it is stored in the Y channel. In the Cb and Cr channels the information about the crominance is stored. From the obtained images we can conclude that there is a bigger definition in the Y channel than the Cb and Cr channels because the last two don't possess all the information about the color of the image.

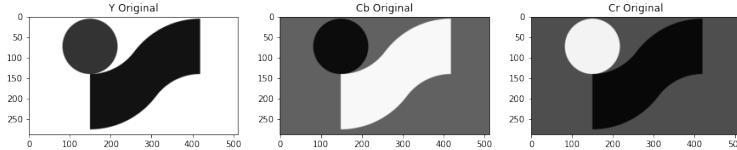
barn_mountains



peppers



logo

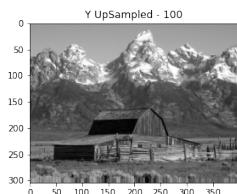
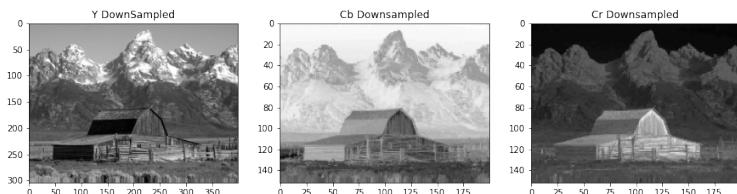


Exercise 6 - Sub-amostragem

- 6.1. Crie uma função para sub-amostrar os canais Y, Cb, e Cr, segundo as possibilidades definidas pelo codec JPEG, a qual deve devolver Y_d , Cb_d e Cr_d . Crie também a função para efectuar a operação inversa, i.e., upsampling. Certifique-se de que consegue reconstruir com exactidão Y, Cb e Cr.
- 6.2. Visualize os canais Y_d , Cb_d e Cr_d com downsampling 4:2:0. Apresente as dimensões das matrizes correspondentes.

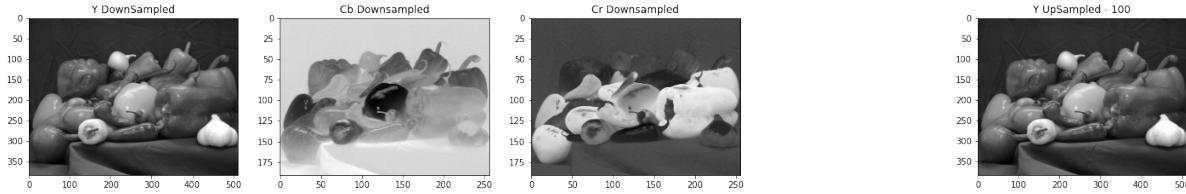
barn_mountains

Downsample



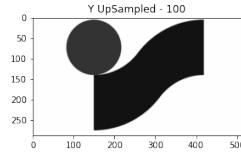
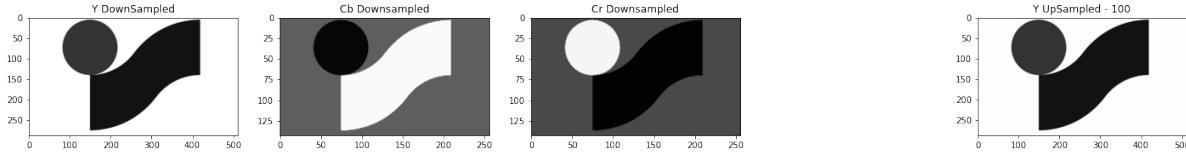
peppers

Downsample



logo

Downsample



- 6.3. Apresente e analise a taxa de compressão alcançada para as variantes de downsampling 4:2:2 e 4:2:0 (taxa de compressão, destrutividade, etc.)

The overall compression rate for the 4:2:2 variant is 33.3% since the compression rate on the Y channel is 0% and on the Cb and Cr channels it is 50%. The overall compression rate for the 4:2:0 variant is 50% since the compression rate on the Y channel is 0% and on the Cb and Cr channels it is 75%.

Exercice 7 - Transformada de Coseno Discreta (DCT)

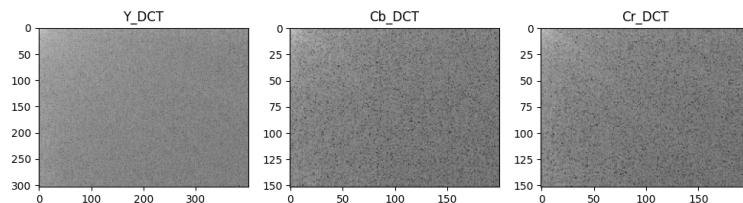
- 7.1. DCT nos canais completos
 - 7.1.1. Crie uma função para calcular a DCT de um canal completo. Utilize a função `scipy.fftpack.dct`. Crie também a função inversa (usando `scipy.fftpack.idct`). Certifique-se de que consegue obter os valores originais de `Y_d`, `Cb_d` e `Cr_d`. Nota: para uma matriz, X, com

duas dimensões, deverá fazer: $X_{dct} = \text{dct}(\text{dct}(X, \text{norm}=\text{"ortho"}).T, \text{norm}=\text{"ortho"}).T$

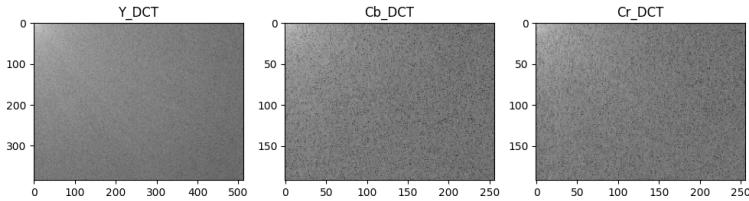
- 7.1.2. Aplique a função desenvolvida a Y_d , Cb_d , Cr_d e visualize as imagens obtidas (Y_{dct} , Cb_{dct} , Cr_{dct}). Sugestão: atendendo à gama ampla de valores da DCT, visualize as imagens usando uma transformação logarítmica, e.g., de acordo com o seguinte pseudocódigo: `imshow(log(abs(X) + 0.0001))`
- **7.1.3. Discuta os resultados obtidos em termos de potencial de compressão.**

The compression potential is lower when there is a big discrepancy of values and bigger when the contrary happens. So the compression potential is bigger if it is applied in blocks and not on the whole image.

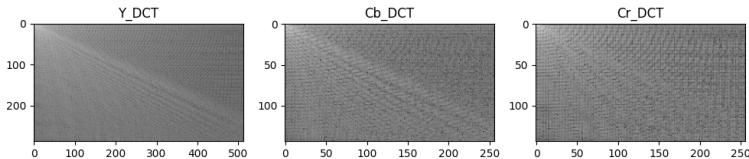
barn_mountains



peppers



logo



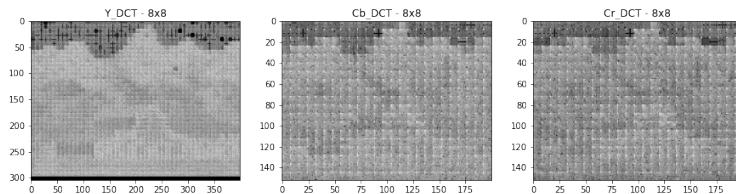
- 7.2. DCT em blocos 8x8

- 7.2.1. Usando as mesmas funções para cálculo da DCT, crie uma função que calcule a DCT de um canal completo em blocos BSxBS. Crie também a função inversa (IDCT BSxBS). Certifique-se de que consegue obter os valores originais de Y_d , Cb_d e Cr_d .
- 7.2.2. Aplique a função desenvolvida (DCT) a Y_d , Cb_d , Cr_d com blocos 8x8 e visualize as imagens obtidas (Y_{DCT8} , Cb_{DCT8} , Cr_{DCT8}).
- **7.2.3. Compare os resultados obtidos com os resultados de 7.1.2 e discuta-os em termos de potencial de compressão.**

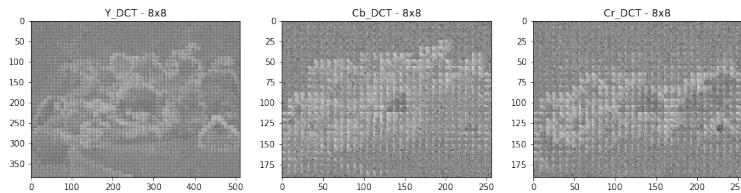
We can see the blocks in the image now and the compression potential is bigger because it is less likely to have discrepant

values.

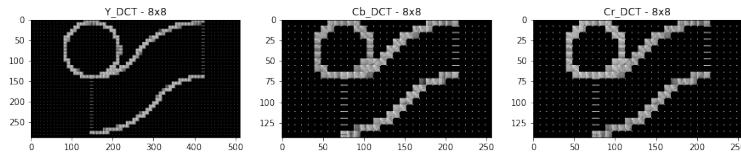
barn_mountains



peppers



logo

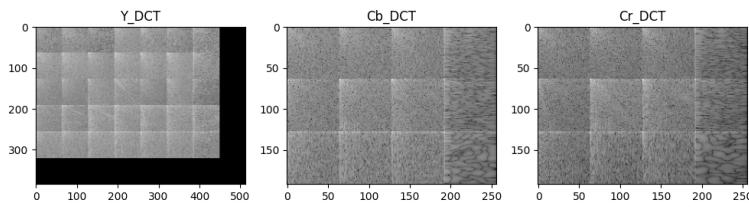


- 7.3. DCT em blocos 64x64.
 - 7.3.1. Repita 7.2

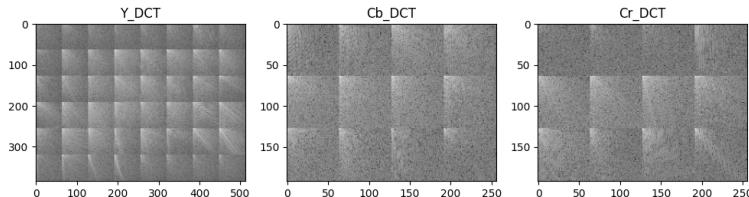
– **7.3.2. Compare com os resultados anteriores e tire conclusões.**

The images obtained have a bigger compression potential than the ones obtained for 7.1 but lower compression potential than the ones obtained for 7.2 because, as the blocks get bigger, the more likely it is for the block to have discrepant values.

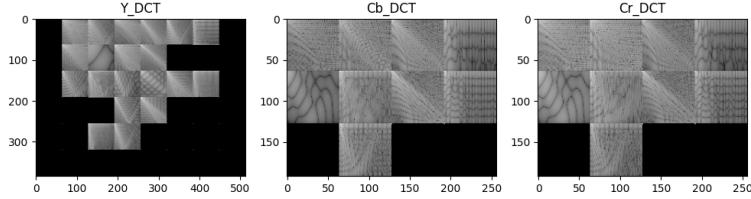
barn_mountains



peppers



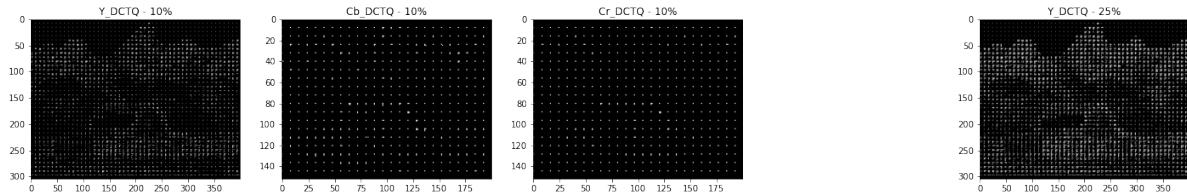
logo

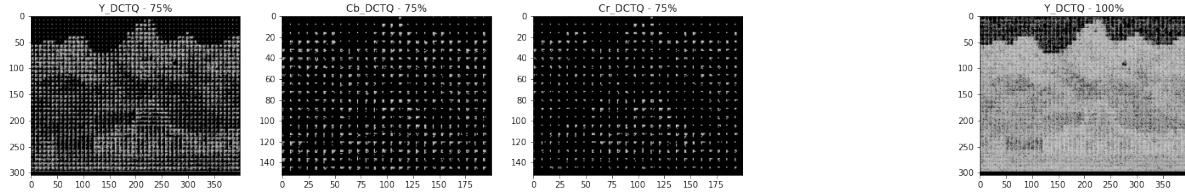


Exercice 8 - Quantização

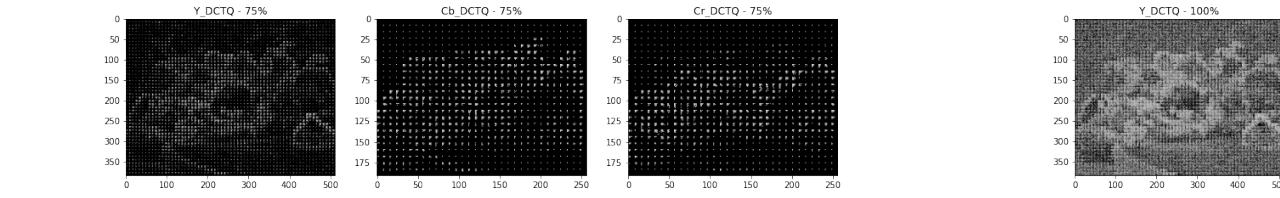
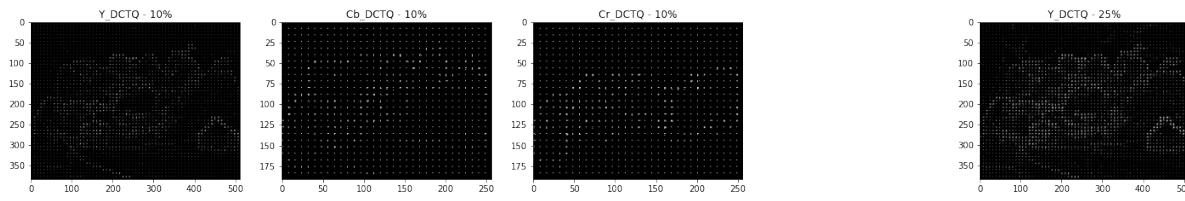
- 8.1. Crie uma função para quantizar os coeficientes da DCT para cada bloco 8x8. Crie também a função inversa.
- 8.2. Quantize os coeficientes da DCT, usando os seguintes factores de qualidade: 10, 25, 50, 75 e 100. Visualize as imagens obtidas.

barn_mountains

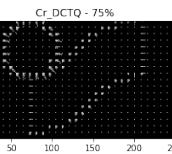
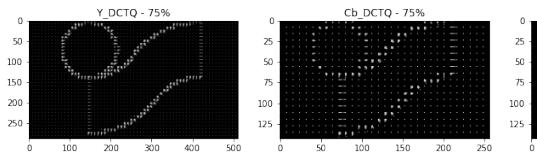
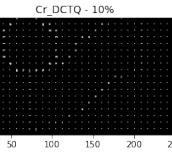
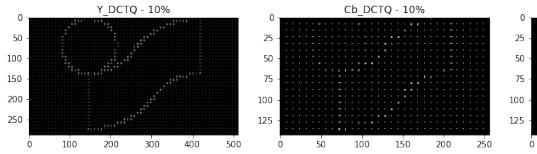




peppers



logo



- **8.3. Compare os resultados obtidos com os vários factores de qualidade e discuta-os em termos de potencial de compressão.**

Variable levels of image compression and quality can be achieved at the quantization step by selecting certain quantization matrices, which is a very valuable aspect of this compression process. This allows the user to choose from a range of quality levels ranging from 1 to 100, with 1 being the worst image quality and maximum compression and 100 representing the best image quality and lowest compression. As a result, the quality/compression ratio can be customized to meet specific requirements.

- **8.4. Compare os resultados obtidos com os resultados da alínea 7 e tire conclusões.**

We can see that the image is darker and has less spikes on the high frequencies. This gives the image a bigger compression potential.

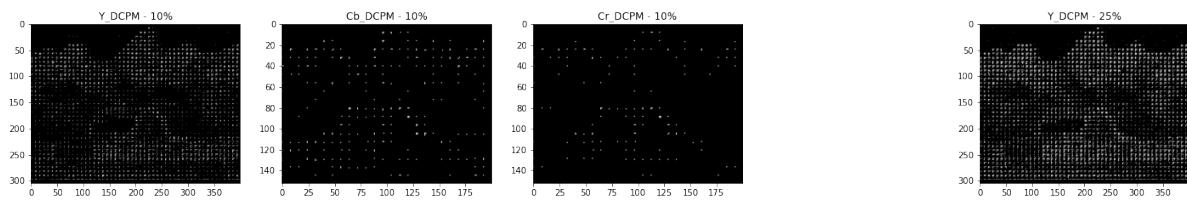
Exercise 9 - Codificação DPCM dos coeficientes DC

- 9.1. Crie uma função para realizar a codificação dos coeficientes DC de cada bloco. Em cada bloco, substitua o valor DC pelo valor da diferença.

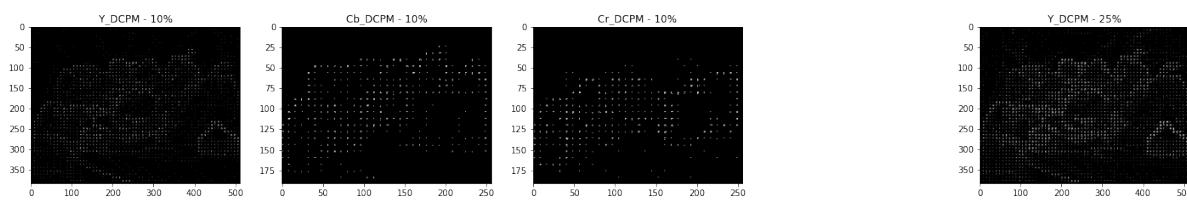
Crie também a função inversa.

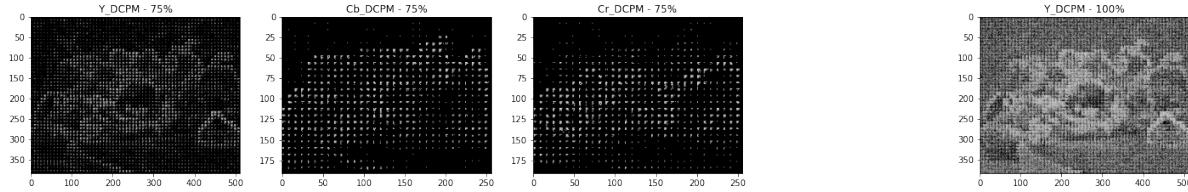
- 9.2. Aplique a sua função aos valores da DCT quantizada.
- **9.3. Analise os resultados e tire conclusões.**

barn_mountains

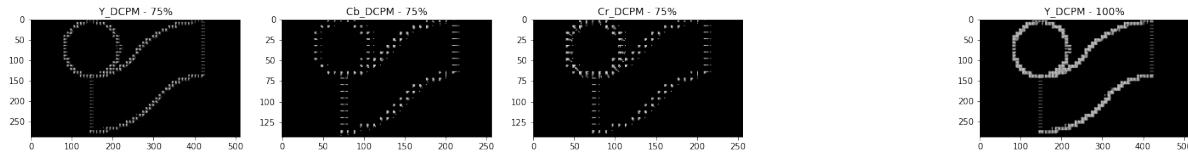
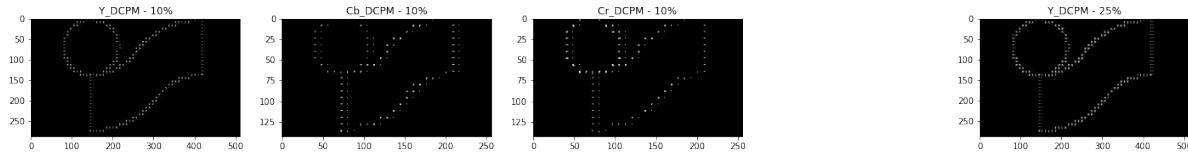


peppers





logo



Exercice 10 - Codificação e descodificação end-to-end

Nota: As funções criadas na alínea 2 deverão conter, neste momento, todo o código de codificação e descodificação desenvolvido nas alíneas 3 a 9. Note que, após a quantização da DCT, não se pretende, neste trabalho, aplicar os passos de compressão não destrutiva dos coeficientes AC (RLE, Huffman / códigos

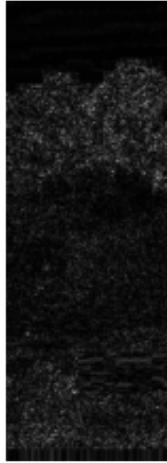
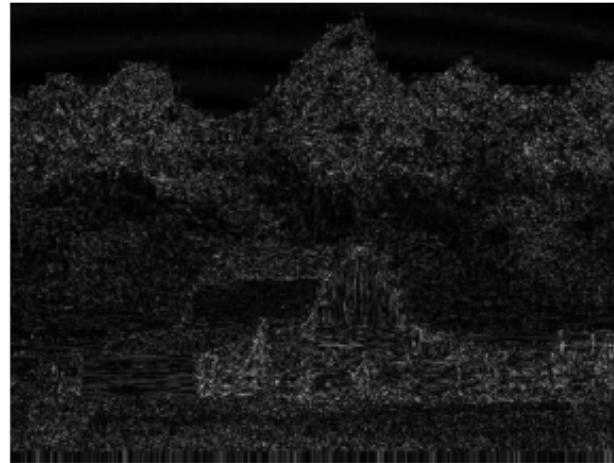
aritméticos).

- 10.1. Codifique as imagens fornecidas com os seguintes parâmetros de qualidade: 10, 25, 50, 75 e 100
- 10.2. Visualize as imagens descodificadas. Visualize também a imagem das diferenças entre o canal Y de cada uma das imagens originais e da imagem descodificada respectiva para cada um dos factores de qualidade testados. Calcule as várias métricas de distorção (MSE, RMSE, SNR e PSNR) para cada uma das imagens e factores de qualidade. Tire conclusões.

We can conclude that with the reduction of the quality the images get a lot of distortion. With a lower quality factor we get a reconstructed image that's, by far, different from the original. When we compare the reconstructed images with the images that were generated in the first exercise we see that the image with a lower quality is lot similar to the image generated with a quality factor of 75%. We can also see that the quality generated with a quality factor of 100% is very similar to the image of the first exercise that have a median quality. In conclusion, our codec isn't the best, when compared to the JPEG codec.

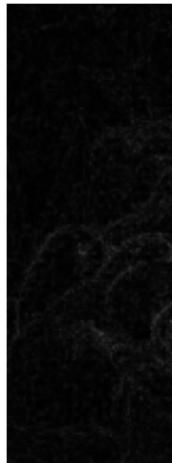
barn_mountains

Y Diff - 10



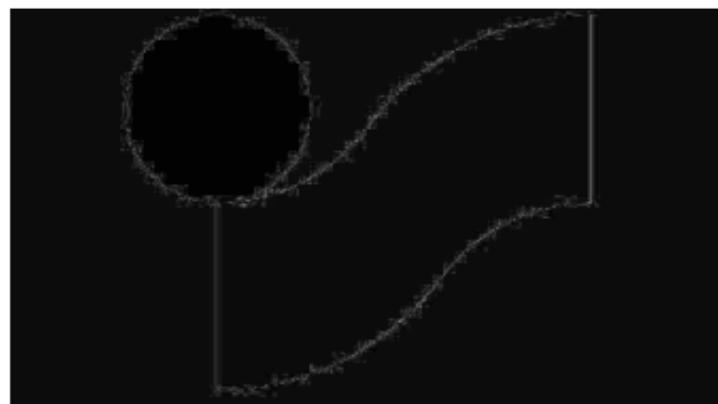
peppers

Y Diff - 10



logo

Y Diff - 10



barn_mountains

	/	10	25	50	75	100
MSE	745.1030218805200572390527226178487150783316498368855218855					
RMSE	27.296575227059402770192824452275962331649052907395826176					
SNR	18.464112560684996596228197492941296093229478476059717426					
PSNR	19.408640362115940937637848977024629462107296829883976740					

peppers

	/	10	25	50	75	100
MSE	366.5626068185204973347981540120442550846282736438395182					
RMSE	19.145824787962678691149354886464327581805289969858173076					
SNR	19.284470562270466285448670638520933850062099826304374245					
PSNR	22.489322025245877992638854899274937852046418748187396557					

logo

	/	10	25	50	75	100
MSE	207.81634875949859288256296725986447829481066412811387					
RMSE	14.415836734054668748599981810979389395095736004999152					
SNR	28.15532153117997660795246285999049720287898907316436679					
PSNR	24.95400650288620784572956458709301282713763497896166187289					

- 10.3. Volte a analisar o ponto 1, de forma a validar/complementar as conclusões tiradas nesse ponto.