

# Relatorio | Trabalho Prático nº1 - Compressão de Imagem

- Filipe Ribeiro - 2019223576
- Miguel Ferreira - 2019214567
- Thomas Fresco - 2019219057

## Pergunta 1

- A tabela abaixo apresenta o registo dos tamanhos dos ficheiros de imagem obtidos pela compressão JPEG das imagens "barn\_mountains.bmp", "peppers.bmp" e "logo.bmp", em três níveis de qualidade, alta, média e baixa. Para este processo, recorreu-se ao programa Adobe Photoshop 2021. Nas células respetivas, está presente a relação de compressão irreduzível entre o tamanho original e o tamanho obtido quando convertido para JPEG [**Img.Original:Img.Convertiva**].

Qualidade (%)	barn_mountains.bmp [356 KB]	peppers.bmp [422 KB]	logo.bmp [590 KB]
Alta - 75	62 KB [178:31]	57 KB [422:57]	13 KB [590:13]
Média - 50	33 KB [356:33]	26 KB [211:13]	8 KB [295:4]
Baixa - 25	19 KB [356:19]	15 KB [422:15]	5 KB [118:1]



Figura 1 - Imagem barn\_mountains.bmp com qualidade 75%



Figura 2 - Imagem barn\_mountains.bmp com qualidade 50%



Figura 3 - Imagem barn\_mountains.bmp com qualidade 25%

- Analisando os resultados, é possível concluir que a passagem para JPEG diminui drasticamente o tamanho dos ficheiros. As imagens mais complexas obtiveram percentagens de compressão ligeiramente inferiores às imagens mais simples, o que era expectável. Numa imagem como a "logo", é possível comprimir mais pois as variações de cor são em menor número e mais acentuadas. Verifica-se exatamente o contrário numa imagem estilo fotografia, onde existe muito mais informação distinta, como é o caso da "barn\_mountains" ou da "peppers".
- Como seria de esperar, as imagens resultantes da compressão de qualidade baixa possuem muito artefactos, mais do que as imagens resultantes da compressão de qualidade alta. No entanto, quando analisamos os ficheiros "barn\_mountains" e "peppers", de uma forma geral, em qualquer um dos graus de qualidade, os ficheiros convertidos não distam muito visualmente da imagem original. Os artefactos da imagem "logo" são muito mais notáveis, pois o ficheiro original possui mudanças de cor muito mais drásticas. Isto permite concluir que a compressão JPEG resulta muito melhor em imagens tipo fotografia.

## Pergunta 5

- Analisando o canal Y (luminância), consegue-se ver uma representação muito completa da imagem original, contendo grande parte da informação que o olho humano necessita para interpretar uma imagem. RGB tem muita redundância de luminância e crominância nos 3 canais e, dos 3, o G (Green) é o que transmite uma ideia mais clara da imagem, em oposição ao B (Blue), uma vez que o olho humano é mais sensível aos verdes e vermelhos do que aos azuis ( $Y=0.299+0.587G+0.114B$ ).

RGB

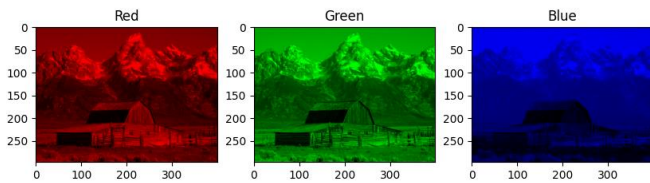


Figura 4 – Imagem barn\_mountains.bmp nos canais RGB

YCbCr

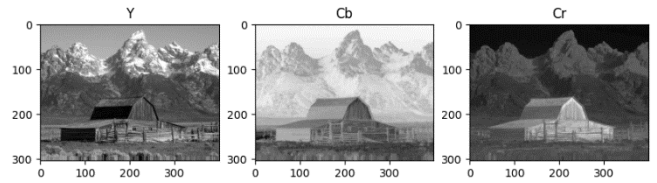


Figura 5 – Imagem barn\_mountains.bmp nos canais YCbCr

RGB

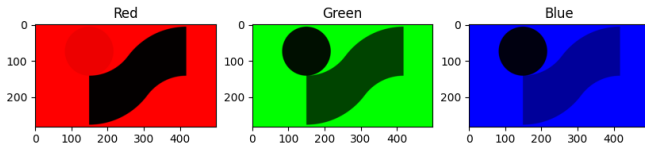


Figura 6 - Imagem logo.bmp nos canais RGB

YCbCr

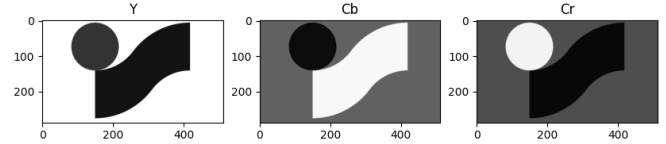


Figura 7 - Imagem logo.bmp nos canais YCbCr

- Analisando os plots Cb e Cr, pode-se concluir que estes canais distam bastante visualmente da imagem original, pois dizem respeito à variação de azul e de vermelho relativamente à luma, respetivamente. Tal era de esperar, pois o olho humano é mais sensível à luminância do que à crominância.

## Pergunta 6

- Como acima referido, o olho humano é mais sensível à luminância do que à crominância. Por essa razão, a crominância pode ser representada com menor detalhe, com recurso à subamostragem nos canais Cb e Cr, conseguindo uma compressão considerável, embora destrutiva, sem sacrificar a informação que mais contribui para a compreensão da imagem como um todo (canal Y). A variante de downsampling 4:2:2 elimina colunas com um step de 2, enquanto a 4:2:0 elimina tanto linhas como colunas com o mesmo step. Assim sendo, a variante de downsampling 4:2:0 apresenta uma taxa de compressão superior à da 4:2:2, nos canais Cb e Cr, mas também é mais destrutiva.

Downsampling 4:2:0

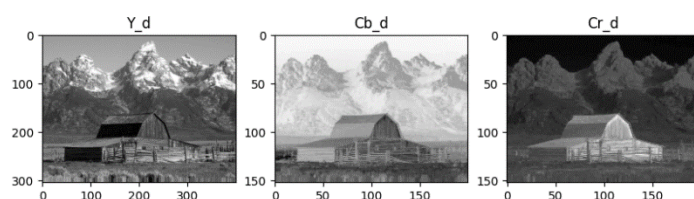


Figura 8 - Imagem barn\_mountains.bmp com downsampling 4:2:0

Downsampling 4:2:2

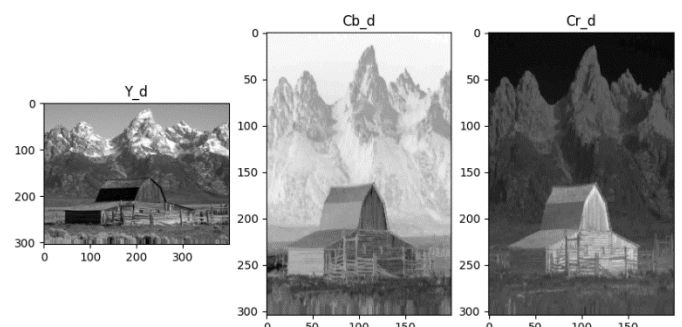


Figura 9 - Imagem barn\_mountains.bmp com downsampling 4:2:2

Downsampling 4:2:0

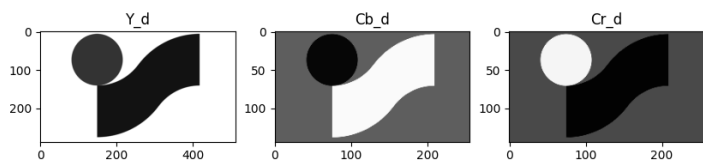


Figura 10 - Imagem logo.bmp com downsampling 4:2:0

Downsampling 4:2:2

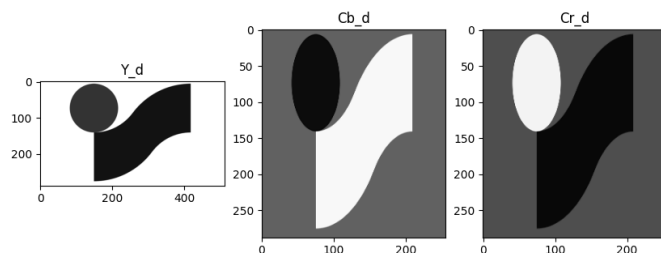


Figura 11 - Imagem logo.bmp com downsampling 4:2:2

## Pergunta 7

- A DCT é usada para converter o sinal (valores) da imagem em dados numéricos (frequência), tendo, de uma forma geral, um grande potencial de compressão. Isto é especialmente notável em imagens suaves (sem mudanças bruscas de cor), visto que a maior parte da energia vai estar concentrada nas baixas frequências, que por sua vez estão concentradas no canto superior esquerdo da imagem.
- Com a aplicação da DCT em blocos, o potencial de compressão aumenta, visto que a discrepância entre valores é, na maioria dos casos, menor quando comparada com a imagem inteira (imagens tipo fotografia). Por outro lado, a aplicação em blocos 64x64 confere uma compressão com menor potencial do que em blocos 8x8, já que há uma maior discrepância entre os valores, o que resulta, no primeiro caso, em mais informação para guardar.
- Em relação a imagens do tipo do "logo.bmp", a DCT não vai apresentar uma compressão tão eficaz devido às transições de cor bruscas presentes. Assim, tanto em blocos 8x8 como 64x64, existirá um grande número de partições que apanham essas transições bruscas (limites do desenho).

DCT 8x8

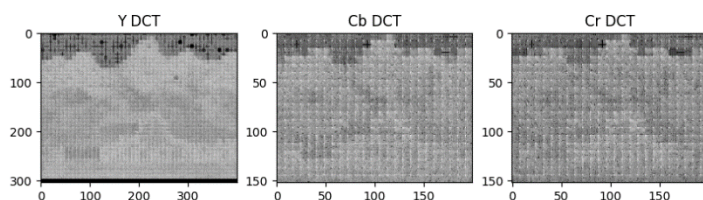


Figura 12 - DCT da imagem barn\_moutains.bmp em blocos de 8x8

DCT 8x8

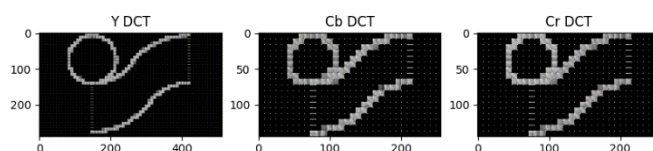


Figura 13 - DCT da imagem logo.bmp em blocos de 8x8



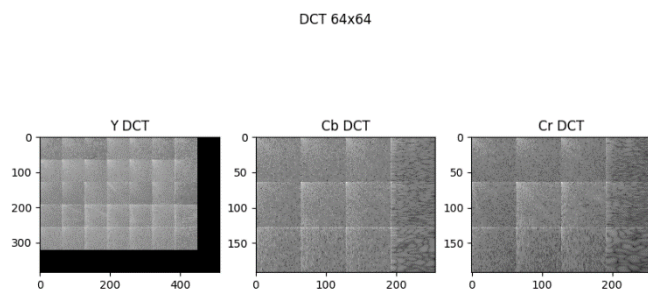


Figura 14 - DCT da imagem barn\_mountains.bmp em blocos de 64x64

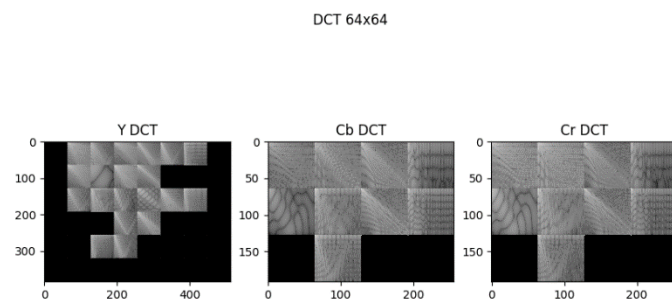


Figura 15 - DCT da imagem logo.bmp em blocos de 64x64

## Pergunta 8

- Quanto menor o fator de qualidade, menos bits são usados na representação das altas frequências, aumentando o potencial de compressão. Isto é possível porque o olho humano não tem sensibilidade suficiente para distinguir a intensidade exata da variação destas componentes de alta frequência espacial (transições abruptas). Notamos que, quanto menor o fator de qualidade, mais artefactos visuais a imagem apresenta, depois de reconvertida.
- A nível gráfico, comparando com a DCT, observa-se que existe um certo escurecimento e uma menor variação nas altas frequências, devido à grande quantidade de zeros gerados pela aplicação da matriz de quantização. Isto aumenta bastante o potencial de compressão, por causa da baixa variação de valores, com elevada frequência de 0s ou lá próximos, exceptuando o coeficiente DC.

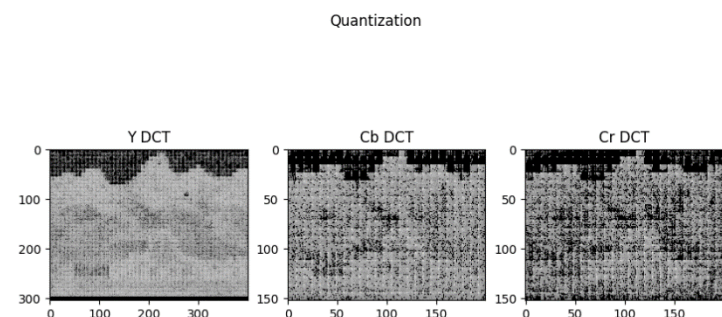


Figura 16 - Quantização da imagem barn\_mountains.bmp com qualidade 100%

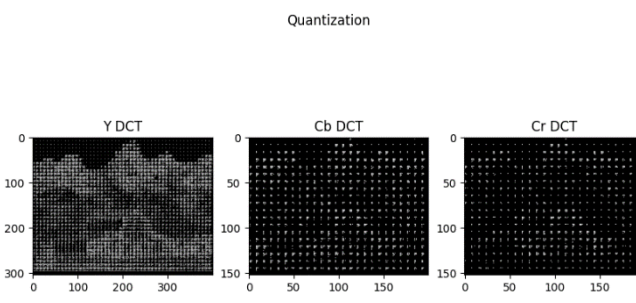


Figura 17 - Quantização da imagem barn\_mountains.bmp com qualidade 75%

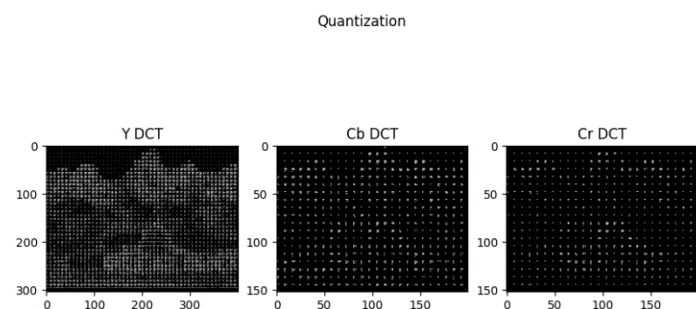


Figura 18 - Quantização da imagem barn\_mountains.bmp com qualidade 50%

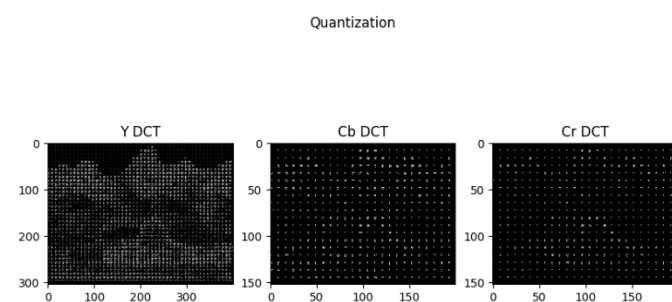


Figura 19 - Quantização da imagem barn\_mountains.bmp com qualidade 25%

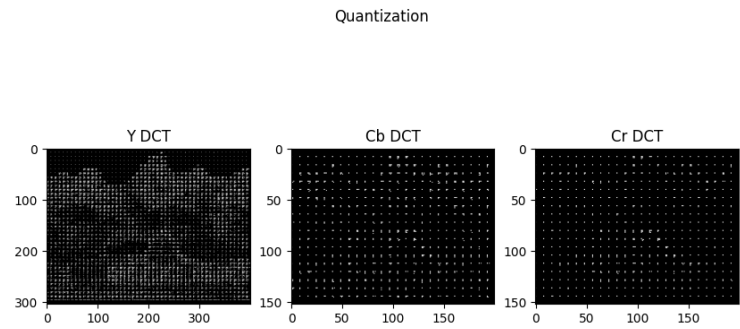


Figura 20 - Quantização da imagem barn\_mountains.bmp com qualidade 10%

Pergunta 9

- Com a aplicação da DPCM, a gama de valores fica bastante mais estreita e com uma menor variância, levando a uma menor entropia e, conseqüentemente, maior compressibilidade.

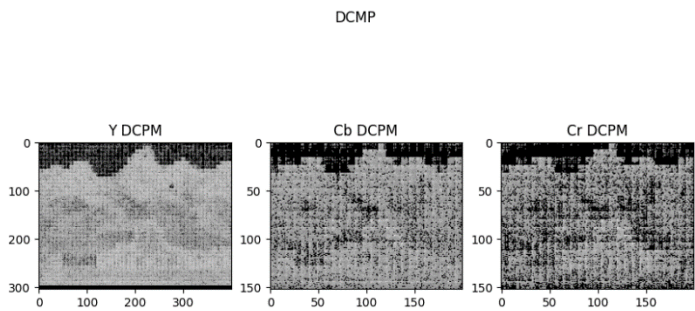


Figura 21 - DPCM da imagem barn\_mountains.bmp, em blocos de 8x8 com qualidade 100%

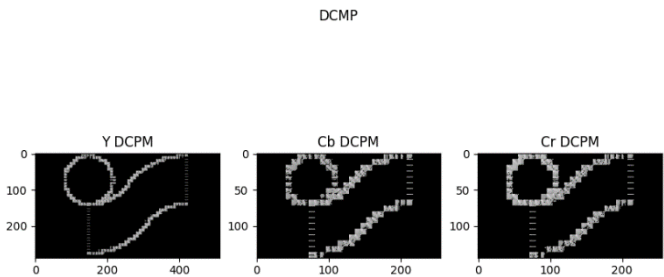


Figura 22 - DPCM da imagem logo.bmp, em blocos de 8x8 com qualidade 100%

## Pergunta 10

### Barn Mountains

Qualidade (%)	10	25	50	75	100
MSE	405.33	367.75	293.21	186.97	55.54
RMSE	20.13	19.18	19.12	13.67	7.45
SNR	21.11	21.53	22.51	24.47	29.74
PSNR	22.05	22.48	23.46	25.41	30.68

### Peppers

Qualidade (%)	10	25	50	75	100
MSE	174.42	159.82	133.52	104.23	62.28
RMSE	13.21	12.64	11.55	10.21	7.89
SNR	22.51	22.89	23.67	24.75	26.98
PSNR	25.71	26.09	26.88	27.95	30.19

### Logo

Qualidade (%)	10	25	50	75	100
MSE	96.54	93.46	80.99	60.98	43.07
RMSE	9.83	9.67	8.99	7.81	6.56
SNR	31.48	31.63	32.25	33.48	34.99
PSNR	28.28	28.42	29.05	30.28	31.79

- Podemos concluir que quanto menor o fator de qualidade, maiores são as métricas de distorção. Isto é o esperado, já que um menor fator de qualidade, resulta numa imagem reconstruída mais distante da original (com menor qualidade).
- Ao comparar com as imagens geradas no ponto 1, verificamos que o JPEG com qualidade baixa se assemelha à imagem contruída com fator de qualidade de 75 no ponto 10. O JPEG com qualidade média assemelha-se à imagem de fator de qualidade 100. O JPEG com qualidade alta apresenta uma qualidade bastante superior quando comparada às imagens geradas pelo nosso codec.

Imagem Reconstruída



Figura 23 - Imagem barn\_mountains.bmp reconstruída com qualidade 10%

Diferença

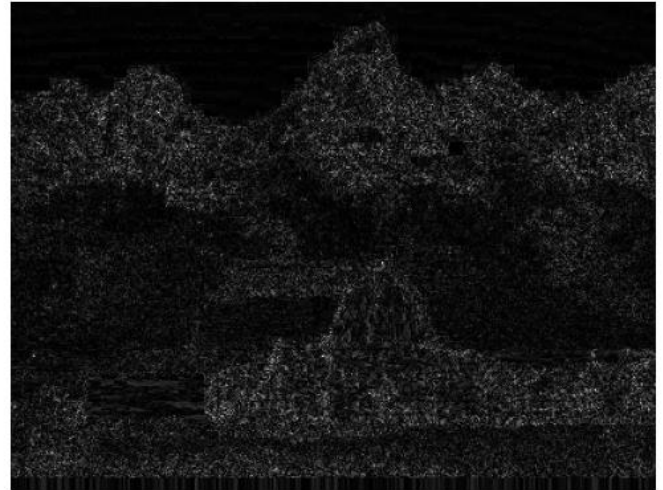


Figura 24 - Diferença entre a imagem barn\_mountains.bmp original com a reconstruída a 10%