



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

Multimédia

Licenciatura em Engenharia Informática
2025

Relatório | TP 1 – Compressão Imagem

Projeto realizado por:

Daniel Coelho Pereira | 2021237092 – PL4

Eduardo Luís Pereira Marques | 2022231584 – PL4

Sérgio Lopes Marques | 2022222096 – PL4

1.4. Comparação da compressão JPEG com diferentes fatores de qualidade

Comparando as imagens comprimidas utilizando o GIMP com qualidade alta ($Q = 75$), média ($Q = 50$) e baixa ($Q = 25$), podemos perceber que o codec JPEG revela seguir um padrão quando falamos na relação compressão/qualidade. Com o aumento da taxa de compressão, podemos perceber que a qualidade da imagem diminui.

	Tamanho (MB)	
Qualidade	airport	Ratio
original	2,31 MB	1
25	0,0647 MB	35,7
50	0,0996 MB	23,2
75	0,1504 MB	15,4

Tabela 1 – Ratio de compressão entre a imagem original e as imagens comprimidas

Qualidade baixa ($Q = 25$):

- Qualidade da imagem baixa significativamente.
- Taxa de compressão elevada.
- Efeitos da compressão visíveis.

Qualidade média ($Q = 50$):

- Qualidade da imagem aceitável.
- Redução significativa no tamanho do ficheiro.
- Efeitos da compressão podem ser percetíveis.

Qualidade alta ($Q = 75$):

- Taxa de compressão baixa.
- Qualidade visual muito próxima à da imagem original.
- Efeitos da compressão não são percetíveis.

5.5. Comparação entre o canal Y com R, G, B e com Cb e Cr

Ao observarmos cada um dos canais, com o colormap adequado, podemos perceber que:

O canal Y apresenta alguma definição e detalhes bastante nítidos, porque contem a maior parte da informação visual da imagem percetível ao olho humano. Este canal é algo semelhante ao canal G do modelo RGB, porque a cor verde é a mais importante na percepção de luminosidade.

Os canais R, G e B são muito idênticos entre eles, estando correlacionados. Como referido anteriormente, o canal G é o mais importante na percepção de luminosidade e apresenta mais detalhe e contraste.

Os canais Cb e Cr apresentam muito menos detalhe do que o canal Y e alguns pormenores da imagem original não são percetíveis na visualização destes canais.

6.5. Análise dos resultados de compressão para as variantes de downsampling 4:2:2 e 4:2:0

Depois de aplicado o downsampling aos canais Y, Cb, e Cr utilizando as duas variantes pedidas no enunciado, foi possível observar o seguinte:

- Na variante 4:2:2, a largura dos canais Cb e Cr é reduzida a metade da largura do canal Y e a qualidade visual da imagem sofre, apenas, uma ligeira redução. Este método preserva melhor os detalhes verticais da cor.
- Ao ser utilizado o formato 4:2:0, tanto a largura como a altura dos canais Cb e Cr são metade das do canal Y. Utilizando este método, a compressão é maior do que no formato 4:2:2 e, por isso, a qualidade da imagem é mais facilmente degradada em imagens com transições de cor bruscas.

A sub-amostragem é uma técnica que funciona muito bem na compressão de imagens, uma vez que altera apenas os canais relacionados com a crominância da imagem (canais Cb e Cr). O sistema visual humano é mais sensível a variações de luminância do que de crominância e, como a informação de detalhe (canal Y) é preservada, as alterações de cor não são tão percetíveis.

Quanto à destrutividade deste método, podemos dizer que é uma técnica não-destrutiva em termos de reconstrução (sendo possível reconstruir os canais Cb e Cr originais). Contudo, é destrutiva em termos de informação, pois alguns detalhes da cor são perdidos, não podendo ser recuperados.

7.4. Comparação dos resultados obtidos em diferentes técnicas de DCT

Ao compararmos os resultados obtidos nas alíneas 7.1, 7.2 e 7.3, percebemos diferenças relevantes em termos de potencial de compressão.

Nos canais completos, a DCT concentra a maior parte da energia nos coeficientes de baixa frequência, localizados no canto superior esquerdo. No

entanto, este método não aproveita a redundância local presente em várias regiões da imagem.

Em blocos 8x8, a DCT destaca-se por proporcionar uma excelente relação entre compressão e qualidade, pois já permite explorar a redundância local nas diferentes regiões da imagem. Além disso, concentra a energia em poucos coeficientes dentro de cada bloco e, por trabalhar com blocos menores, reduz a complexidade, tornando o processo de compressão mais eficiente e rápido.

Por fim, quando aplicada em blocos 64x64, a DCT pode resultar numa maior concentração de energia em um menor número de coeficientes. Contudo, além de possuir uma complexidade computacional superior, ao ser combinada com a quantização, ela tende a gerar mais artefactos visíveis, especialmente em regiões com detalhes finos da imagem.

Concluímos, então, que a escolha do padrão de blocos 8x8 no JPEG representa um equilíbrio ideal entre eficiência de compressão e qualidade.

8.5. Comparação dos resultados obtidos na quantização com diferentes fatores de qualidade

Ao comparar os diferentes fatores de qualidade 10, 25, 50, 75 e 100 na quantização dos coeficientes DCT, podemos observar:

- Fator de qualidade 10:
 - Maior taxa de compressão
 - Qualidade bastante comprometida
 - Perda significativa de detalhes finos
 - Artefactos de blocos 8x8 muito evidentes
- Fator de qualidade 25:
 - Compressão relativamente elevada
 - Qualidade visual reduzida
 - Artefactos de blocos permanecem visíveis
- Fator de qualidade 50:
 - Equilíbrio entre compressão e qualidade
 - Artefactos menos perceptíveis

- Fator de qualidade 75:
 - Compressão moderada
 - Boa qualidade
 - Artefactos quase imperceptíveis
- Fator de qualidade 100:
 - Compressão mínima
 - Qualidade praticamente idêntica à original
 - Ausência quase total de artefactos

8.6. Comparação dos resultados da quantização com os da DCT

Ao comparar os resultados obtidos com os da alínea 7, podemos afirmar que a DCT não efetua compressão na imagem, mas sim uma transformação reversível que concentra a maior parte da energia em um pequeno número de coeficientes. Isso permite que uma futura compressão seja mais eficiente.

A quantização é a etapa que introduz a compressão com perdas, responsável por reduzir significativamente o número de bits necessários para representar a imagem, aumentando assim a taxa de compressão. Este processo ocorre sobre os coeficientes da DCT, reduzindo a sua precisão, especialmente nos componentes de alta frequência.

A combinação da quantização com a DCT é essencial para a alta compressão do JPEG. A DCT concentra a energia da imagem em poucos coeficientes enquanto a quantização reduz a precisão e elimina coeficientes de menor importância. Isso permite reduzir significativamente o tamanho do arquivo, mantendo uma qualidade visual aceitável.

9.5. Análise dos resultados da codificação DPCM dos coeficientes DC da DCT

Dos resultados da codificação DPCM aplicada aos coeficientes DC obtidos, conseguimos tirar algumas conclusões:

- O coeficiente DC, isto é o primeiro pixel de cada bloco, representa a média dos valores do bloco;
- Geralmente, existe uma grande correspondência entre os coeficientes DC de dois blocos adjacentes;

- A codificação DPCM substitui o valor absoluto do coeficiente DC pela diferença em relação ao coeficiente do bloco anterior, sendo que essas diferenças costumam ser menores do que os valores originais.

A utilização da codificação DPCM apresenta assim algumas vantagens entre elas a diminuição significativa na amplitude dos valores DC e uma melhor adequação em casos de codificação por entropia subsequente.

10.5. Análise das imagens e das métricas de distorção calculadas

Depois de efetuada uma análise às imagens descodificadas e das diferenças com diferentes fatores de qualidade e às respetivas métricas de distorção, foi possível perceber as diferenças existentes entre a utilização de diferentes fatores de qualidade:

Fatores de qualidade baixos (10, 25):

- Valores de MSE e RMSE bastante elevados
- SNR e PSNR relativamente baixos
- Máximo das diferenças bastante elevadas
- Média das diferenças alta
- Imagem reconstruída com efeitos da compressão evidentes

MAX:	187.27106380597522
AVG:	7.359490890748536
MSE:	565.85345
RMSE:	23.787674
SNR:	22.123863
PSNR:	20.603764

Figura 1 – Métricas de Distorção para o fator de qualidade Q = 10

Fator de qualidade médio (50):

- MSE e RMSE com valores algo significativos
- SNR e PSNR mais elevados, em comparação com os fatores de qualidade mais baixos
- Diferenças visíveis na imagem das diferenças

Fatores de qualidade altos (75, 100):

- Valores de MSE e RMSE baixos
- Diferenças em locais da imagem de alto contraste ou com detalhe elevado
- Fator de qualidade 75 apresenta uma qualidade de imagem muito idêntica à original
- Para o fator de qualidade 100, quase não existem diferenças para a imagem original, como podemos perceber pela figura seguinte

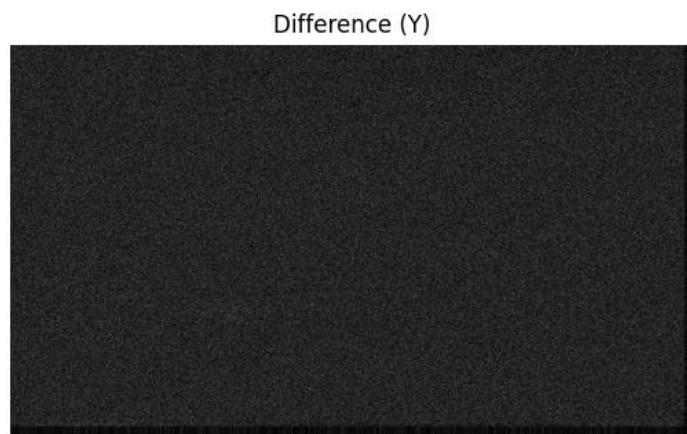


Figura 2 – Imagem das diferenças entre a imagem original e a imagem reconstruída para o fator de qualidade Q = 100

Relembrando as conclusões tiradas na alínea 1, podemos concluir que estas estavam corretas. Isto, porque a análise das métricas de distorção confirma que o codec JPEG oferece equilíbrio na relação compressão/qualidade, com a qualidade a diminuir com o aumento da taxa de compressão. Por exemplo, quando a qualidade da imagem é importante, mas o tamanho não tanto, o fator de qualidade 75 é o mais recomendado para a compressão.