

1 2



9 0

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 perceptíveis.

### Qualidade alta (Q = 75):

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

## 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 perceptível 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 perceptíveis 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 perceptíveis.

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.

Concluimos, 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 impercetíveis
- 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 decodificadas e das diferenças com diferentes fatores de qualidade e às respectivas 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*

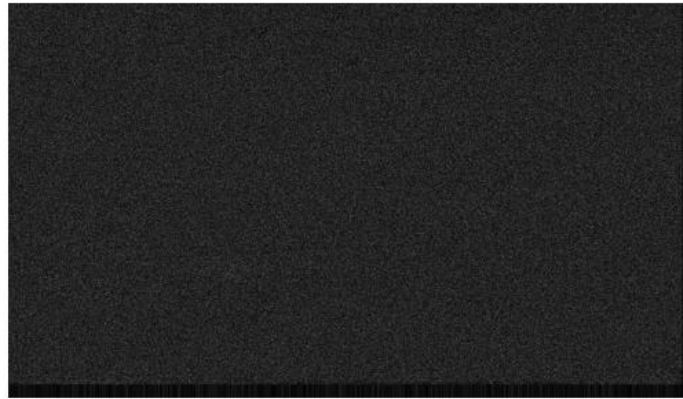
### Fator de qualidade médio (50):

- 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

Difference (Y)



**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.