

# **Multimédia**

## **Trabalho Prático nº 1**

### **Compressão de Imagem**

## Objectivo

Pretende-se que o aluno adquira sensibilidade para as questões fundamentais de **Compressão de Imagem**, em particular através do codec **JPEG**.

---

## Planeamento

**Prazo de Entrega:**

**17 de Março, sexta-feira, 23h59**

**Esforço extra-aulas previsto:** 18h/aluno

**Formato de Entrega:**

- 1) Entrega final (código completo + relatório): InforEstudante
- 2) Notas:
  - a) Gerar o ficheiro zip, contendo o pdf do relatório, os ficheiros com o código e outros ficheiros que considere relevantes;
  - b) Para evitar erros de submissão no inforestudante, gerar acrescentar a extensão .pdf ao ficheiro (e.g., ficheiro.zip → **ficheiro.zip.pdf**)

**Período de execução:** 6 aulas práticas laboratoriais





**Ritmo de execução esperado para a avaliação contínua:**

- Semana 1: alíneas 1 a 5
- Semana 2: alíneas 6 e 7
- Semana 3: alíneas 8 e 9
- Semana 4: alínea 10
- Semana 5 e 6: correcções e relatório (recomendação: o relatório deverá ser escrito ao longo das 6 semanas)

# Trabalho Prático

**Implementação e análise de mecanismos utilizados na compressão de imagens através do codec JPEG, usando Python.**

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.**
2. Crie duas funções, *encoder* e *decoder*, para encapsular as funções a desenvolver nas alíneas 3 a 9.
3. Visualização de imagem representada pelo modelo de cor RGB.
  - 3.1. Leia uma imagem .bmp, e.g., a imagem peppers.bmp.
  - 3.2. Crie uma função para implementar um *colormap* definido pelo utilizador.
  - 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).
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 32x32, 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.
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.**

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.
  - 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.)**
  
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:  
$$X\_dct = dct(dct(X, norm="ortho").T, norm="ortho").T$$
    - 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 pseudo-código: `imshow(log(abs(X) + 0.0001))`
    - 7.1.3.  **Discuta os resultados obtidos em termos de potencial de compressão.**
  - 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 7.1.3 e discuta-os em termos de potencial de compressão.**
  - 7.3. DCT em blocos 64x64.
    - 7.3.1. Repita 7.2
    - 7.3.2.  **Compare com os resultados anteriores e tire conclusões.**
  
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.

- 8.3. ✎ **Compare os resultados obtidos com os vários factores de qualidade e discuta-os em termos de potencial de compressão.**
  - 8.4. ✎ **Compare os resultados obtidos com os resultados da alínea 7 e tire conclusões.**
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.**
10. Codificação e decodificação end-to-end.
- Nota: As funções criadas na alínea 2 deverão conter, neste momento, todo o código de codificação e decodificação 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 decodificadas. Visualize também a imagem das diferenças entre o canal Y de cada uma das imagens originais e da imagem decodificada 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.**
  - 10.3. Volte a analisar o ponto 1, de forma a validar/complementar as conclusões tiradas nesse ponto.